AUFBAURICHTLINIEN

TRUCKNOLOGY® GENERATION
L und M (TGL/TGM)

Edition 2013 **Version 2.0**

HERAUSGEBER

MAN Truck & Bus AG

(im Text nachfolgend MAN genannt)

Abteilung SMTST

Dachauer Str. 667
D - 80995 München

E-Mail:
esc@man.eu

Fax:
+ 49 (0) 89 1580 4264

www.manted.de

Technische Änderungen aus Gründen der Weiterentwicklung vorbehalten.

© 2013 MAN Truck & Bus Aktiengesellschaft

Nachdruck, Vervielfältigung oder Übersetzung, auch auszugsweise, ist ohne schriftliche Genehmigung der MAN Truck & Bus AG nicht gestattet. Alle Rechte, insbesondere nach dem Gesetz über das Urheberrecht bleiben der MAN ausdrücklich vorbehalten.

Trucknology® und MANTED® ist eingetragene Marke der MAN Truck & Bus AG

Soweit Bezeichnungen Marken sind, werden diese auch ohne Kennzeichnung (® ™) als dem jeweiligen Inhaber geschützt anerkannt.

TRUCKNOLOGY® GENERATION L und M (TGL/TGM)

1. Gültigkeit und rechtliche Vereinbarungen 1
1.1 Gültigkeit 1
1.2 Haftung und Genehmigungsablauf 1
1.2.1 Voraussetzungen 1
1.2.2 Verantwortung 2
1.2.3 Qualitätssicherung 2
1.2.4 Genehmigung 3
1.2.5 Vorlage der Unterlagen 3
1.2.6 Zulassung 4
1.2.7 Sachmängelhaftung 7
1.2.8 Produkthaftung 8
1.2.9 Betriebs- und Verkehrssicherheit 8
1.2.10 Anleitungen von Auf- und Umbaufirmen 10
1.2.11 Haftungsbeschränkung für Zubehör/ Ersatzteile 10
2. Produktkennzeichnung 11
2.1 Fahrzeugbezeichnung, Radformel 11
2.1.1 Türbezeichnung 11
2.1.2 Variantenbeschreibung 11
2.1.3 Radformel 12
2.1.4 Suffix 13
2.2 Typnummer, Fahrzeugidentifizierungsnummer, Fahrzeugnummer, Grundfahrzeugnummer 14
2.3 Verwendung von Markenzeichen 16
2.4 Fahrerhäuser 16
2.5 Motorvarianten 20
3. Allgemeine technische Grundlagen 21
3.1 Achsüberlastung, einseitige Beladung 22
3.2 Mindestvorderachslast 23
3.3 Räder, Abrollumfang 24
3.4 Zulässige Überhanglänge 24
3.5 Theoretischer Radstand, Überhang, theoretische Achsmitte 25
3.6 Achslastberechnung und Wiegevorgang 27
3.7 Kontroll-/ Einstell- und Anschlußarbeiten vor und nach der Aufbaumontage 27

4. Fahrgestelle ändern **28**
4.1 Rahmenwerkstoffe **28**
4.1.1 Hilfsrahmenwerkstoff **30**
4.2 Korrosionsschutz **30**
4.3 Bohrungen, Niet- und Schraubverbindungen am Rahmen **30**
4.4 Rahmenänderung **33**
4.4.1 Schweißen am Rahmen **33**
4.4.2 Rahmenüberhang ändern **35**
4.4.3 Radstandsänderungen **36**
4.5 Nachträglicher Einbau von Zusatzaggregaten, Anbauteilen und Zubehör **40**
4.5.1 Zusätzliche oder größere Kraftstoffbehälter nach Werksauslieferung **40**
4.6 Gelenkwellen **41**
4.6.1 Einfachgelenk **41**
4.6.2 Gelenkwelle mit zwei Gelenken **42**
4.6.3 Räumliche Gelenkwellenanordnung **43**
4.6.3.1 Gelenkwellenstrang **44**
4.6.3.2 Kräfte im Gelenkwellensystem **44**
4.6.4 Änderung der Gelenkwellenanordnung im Triebstrang von MAN-Fahrgestellen **45**
4.7 Änderung der Radformel **45**
4.7.1 Sicherheitsrelevante Baugruppen **45**
4.8 Verbindungseinrichtungen **46**
4.8.1 Grundlagen **46**
4.8.2 Anhängekupplung, D-Wert **48**
4.9 Sattelzugmaschinen und Änderung der Fahrzeugart Lkw/ Sattelzugmaschine **48**
4.10 Fahrerhausänderungen **48**
4.10.1 Allgemeines **48**
4.10.2 Spoiler, Dachaufbauten, Dachlaufsteg **48**
4.10.3 Dachkabinen **52**
4.11 Rahmenanbauteile **55**
4.11.1 Hinterer Unterfahrschutz **55**
4.11.2 Frontunterfahrschutz FUP (FUP= front underride protection) **57**
4.11.3 Seitliche Schutzvorrichtung **57**
4.12 Änderungen am Motorumfeld **60**
4.12.1 Änderung an der Luftansaugung **60**
4.12.2 Änderungen an der Abgasführung **62**
4.12.3 AdBlue-System **71**
4.12.3.1 Grundlagen und Aufbau des AdBlue-Systems **71**
4.12.3.2 AdBlue Leitungsstrang **74**
4.12.3.3 AdBlue-Tank **80**
4.12.3.4 AdBlue-Fördermodul **83**
4.12.3.5 AdBlue-Kabelstrang **85**

4.12.3.6 Teileliste 96
4.12.4 Motorkühlung 99
4.12.5 Motorkapsel, Geräuschdämmung 99
4.13 Einbau anderer Schaltgetriebe, Automatikgetriebe, Verteilergetriebe 99

5. Aufbau 100
5.1 Allgemeines 100
5.1.1 Maschinenrichtlinie 102
5.1.2 CE-Kennzeichnung 104
5.1.3 Befestigung der Gefahrguttafel an der Frontklappe 105
5.2 Korrosionsschutz 105
5.3 Hilfsrahmen 106
5.3.1 Allgemeines 106
5.3.2 Zulässige Werkstoffe, Streckgrenze 107
5.3.3 Hilfsrahmengestaltung 107
5.3.4 Befestigen von Hilfsrahmen und Aufbauten 110
5.3.5 Schraub- und Nietverbindungen 110
5.3.6 Schubweiche Verbindung 111
5.3.7 Schubstarre Verbindung 114
5.4 Aufbauten 117
5.4.1 Aufbauprüfung 117
5.4.2 Pritschen- und Kofferaufbauten 117
5.4.3 Ladebordwand 118
5.4.4 Wechselbehälter 133
5.4.5 Selbsttragende Aufbauten ohne Hilfsrahmen 133
5.4.6 Drehschemelaufbau 134
5.4.7 Tank und Behälteraufbau 134
5.4.8 Kipper 135
5.4.9 Absetz-, Gleitabsetz- und Gleitabrollkipper 137
5.4.10 Luftgefederte Fahrzeuge abstützen 138
5.4.11 Ladekran 139
5.4.12 Seilwinde 149
5.4.13 Transportmischer 149

6. Elektrik, Elektronik, Leitungen **150**
6.1 Allgemeines **150**
6.2 Leitungsverlegung, Masseleitung **150**
6.3 Behandlung der Batterien **151**
6.3.1 Behandlung und Pflege der Batterien **151**
6.3.2 Behandlung und Pflege von Batterien mit PAG-Technologie **151**
6.4 Zusatzschaltpläne und Kabelstrangzeichnungen **152**
6.5 Absicherung zusätzlicher Verbraucher **152**
6.6 Beleuchtungsanlage **156**
6.7 Elektromagnetische Verträglichkeit **156**
6.8 Funkgeräte und Antennen **157**
6.9 Schnittstellen am Fahrzeug, Aufbauvorbereitungen **159**
6.9.1 Elektrische Schnittstelle Ladebordwand **159**
6.9.2 Motor-Start-Stopp Einrichtung **160**
6.9.3 Geschwindigkeitssignal abnehmen **160**
6.9.4 Rückfahrsignal abnehmen **160**
6.10 Elektronik **161**
6.10.1 Anzeige- und Instrumentierungskonzept **161**
6.10.2 Diagnosekonzept und Parametrierung mit MAN-cats® **161**
6.10.3 Parametrierung der Fahrzeugelektronik **161**
6.10.4 ESP-Gierratensensor **162**
6.10.5 Notbremsassistent (Emergency Brake Assist) **163**

7. Nebenabtriebe (siehe separates Heft) **166**
8. Bremsen, Leitungen **167**
8.1 ALB, EBS-Bremse **167**
8.2 Brems- und Druckluftleitungen **167**
8.2.1 Grundsätze **167**
8.2.2 Steckverbinder, des Systems Voss 232 **168**
8.2.3 Verlegung und Befestigung von Leitungen **169**
8.2.4 Druckluftverlust **171**
8.3 Anschluss von Nebenverbrauchern **171**
8.4 Nachrüstung von MAN-fremden Dauerbremsen **172**
9. Berechnungen **172**
9.1 Geschwindigkeit **172**
9.2 Wirkungsgrad **173**
9.3 Zugkraft **174**
9.4 Steigfähigkeit **175**
9.4.1 Weg bei Steigung oder Gefälle **175**
9.4.2 Steigungs- oder Gefällewinkel **175**
9.4.3 Berechnung der Steigfähigkeit **176**
9.5 Drehmoment **180**
9.6 Leistung **181**
9.7 Nebenabtriebsdrehzahlen am Verteilergetriebe **183**
9.8 Fahrwiderstände **184**
9.9 Spurkreis **185**
9.10 Achslastberechnung **189**
9.10.1 Durchführen einer Achslastberechnung **189**
9.10.2 Gewichtsberechnung Nachlaufachse angehoben **192**
9.11 Auflagerlänge bei Aufbau ohne Hilfsrahmen **194**
9.12 Verbindungseinrichtungen **195**
9.12.1 Anhängekupplung **195**
9.12.2 Strarrdeichselanhänger/ Zentralachsanhänger **195**
9.12.3 Sattelkupplung **197**

In Bildern genannte ESC-Nummern dienen der internen Organisation.
Sie haben für den Leser keine Bedeutung.

Wenn nicht anders angegeben: Alle Maße in mm, alle Gewichte und Lasten in kg.

1. Gültigkeit und rechtliche Vereinbarungen

1.1 Gültigkeit

Die Aussagen in diesen Richtlinien sind verbindlich, Ausnahmen können - bei technischer Machbarkeit - nur auf schriftliche Anfrage bei MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) genehmigt werden.

1.2 Haftung und Genehmigungsablauf

1.2.1 Voraussetzungen

Das ausführende Unternehmen muss zusätzlich zu diesen Aufbaurichtlinien alle auf den Betrieb und Aufbau des Fahrzeugs anzuwendenden

- Gesetze und Verordnungen
- Unfallverhütungsvorschriften
- Betriebsanleitungen

beachten.

Normen sind technische Standards, sie sind daher Mindestanforderungen.
Wer nicht bemüht ist, diese Mindestanforderungen einzuhalten, handelt fahrlässig.
Normen sind verbindlich, wenn sie Bestandteil von Vorschriften sind.

Auskünfte von MAN auf telefonische Anfragen sind unverbindlich, es sei denn, sie werden schriftlich bestätigt. Anfragen sind an die jeweils zuständige Abteilung der MAN zu richten. Angaben beziehen sich auf Einsatzverhältnisse wie sie in Europa üblich sind. Davon abweichende Maße, Gewichte und andere Basiswerte müssen bei der Aufbauauslegung, Aufbaubefestigung und Hilfsrahmengestaltung berücksichtigt werden. Die durchführende Firma muss dafür sorgen, dass das Gesamtfahrzeug den zu erwartenden Einsatzverhältnissen standhält.

Für gewisse Aggregate, wie z.B. Ladekräne, Ladebordwände, Seilwinden ect. haben die jeweiligen Hersteller eigene Aufbauvorschriften ausgearbeitet. Sofern sie im Vergleich zu den MAN-Aufbaurichtlinien weitere Auflagen vorschreiben, sind auch diese einzuhalten.

Hinweise auf

- gesetzliche Bestimmungen
- Unfallverhütungsvorschriften
- Verordnungen der Berufsgenossenschaften
- Arbeitsvorschriften
- sonstige Richtlinien und Quellenangaben

sind keineswegs vollständig und lediglich als Informationsanregung gedacht.
Sie ersetzen nicht die eigene Prüfpflicht des Unternehmens.

Durch Fahrzeugänderungen, den Aufbau und seine Gestaltung sowie durch den Betrieb von Aggregaten mittels Fahrzeugmotor wird der Kraftstoffverbrauch erheblich beeinflusst. Es wird daher erwartet, dass die durchführende Firma ihre Konstruktion so gestaltet, dass ein möglichst niedriger Kraftstoffverbrauch erreicht wird.

1.2.2 Verantwortung

Die Verantwortung für eine fachgerechte

- Konstruktion
- Produktion
- Montage von Aufbauten
- Änderung von Fahrgestellen

hat immer und in vollem Umfang das Unternehmen, welches den Aufbau herstellt, montiert oder die Änderung ausführt (Produzentenhaftung). Dies gilt auch dann, wenn MAN den Aufbau oder die Änderung ausdrücklich genehmigt hat.
Von MAN schriftlich genehmigte Aufbauten/ Umbauten entbinden den Aufbauhersteller nicht von seiner Produktverantwortung.
Erkennt das durchführende Unternehmen bereits im Planungsstadium oder in den Absichten des

- Kunden
- Anwenders
- eigenen Personals
- Fahrzeugherstellers

einen Fehler, so ist der Betroffene auf seinen Fehler aufmerksam zu machen.
Das Unternehmen ist dafür verantwortlich, dass die

- Betriebssicherheit
- Verkehrssicherheit
- Wartungsmöglichkeit
- Fahreigenschaften

des Fahrzeugs keine nachteiligen Eigenschaften aufweisen.
Im Hinblick auf die Verkehrssicherheit muss sich das Unternehmen bei

- Konstruktion
- Produktion von Aufbauten
- Montage von Aufbauten
- Änderung von Fahrgestellen
- Instruktionen
- Betriebsanleitungen

nach dem neuesten Stand der Technik und nach den anerkannten Regeln des Fachs richten.
Erschwerte Einsatzverhältnisse sind zusätzlich zu berücksichtigen.

1.2.3 Qualitätssicherung

Zur Erfüllung der hohen Qualitätserwartungen unserer Kunden und unter dem Gesichtspunkt der internationalen Produkt-/ Produzentenhaftung ist eine laufende Qualitätsüberwachung auch bei der Durchführung von Umbauten und der Herstellung/Montage von Aufbauten erforderlich. Dies setzt ein funktionierendes Qualitätssicherungssystem voraus.
Dem Aufbauhersteller wird empfohlen, ein den allgemeinen Anforderungen und anerkannten Regeln entsprechendes Qualitätsmanagement-System (z.B. nach DIN EN ISO 9000 ff oder VDA 8) einzurichten und nachzuweisen.

Ist MAN der Auftraggeber des Aufbaus oder der Änderung wird ein Qualifizierungsnachweis verlangt.
MAN Truck & Bus AG behält sich vor, beim Lieferanten ein eigenes Systemaudit nach VDA 8 oder entsprechende Prozessablaufuntersuchungen durchzuführen. Der VDA-Band 8 ist mit den Aufbauherstellerverbänden **ZKF** (Zentralverband Karosserie- und Fahrzeugtechnik) und **BVM** (Bundesverband Metall Vereinigung Deutscher Metallhandwerke) sowie mit dem **ZDH** (Zentralverband des Deutschen Handwerks) abgestimmt.

Schriften:
VDA Band 8
Mindestanforderungen an ein Managementsystem bei Anhänger- und Aufbautenhersteller sind beim Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA), http://www.vda-qmc.de erhältlich.

1.2.4 Genehmigung

Eine Genehmigung für einen Aufbau oder eine Fahrgestelländerung durch MAN ist nicht erforderlich, wenn die Aufbauten oder Änderungen nach diesen Aufbaurichtlinien durchgeführt werden. Genehmigt MAN einen Aufbau oder eine Fahrgestelländerung, so bezieht sich diese Genehmigung

- bei Aufbauten nur auf die grundsätzliche Verträglichkeit mit dem jeweiligen Fahrgestell und den Schnittstellen zum Aufbau (z.B. Dimensionierung und Befestigung des Hilfsrahmens)
- bei Fahrgestelländerungen nur auf die grundsätzliche konstruktive Zulässigkeit für das betroffene Fahrgestell.

Der Genehmigungsvermerk, den MAN auf den vorgelegten technischen Unterlagen einträgt, umfasst nicht die Überprüfung der

- Funktion
- Konstruktion
- Ausstattung des Aufbaus oder der Änderung.

Die Einhaltung dieser Aufbaurichtlinien befreit den Anwender nicht von seiner Verantwortung für eine technisch einwandfreie Aufbau- oder Änderungsausführung. Der Genehmigungsvermerk betrifft nur solche Maßnahmen oder Teile, die aus den vorgelegten technischen Unterlagen zu entnehmen sind.

MAN behält sich vor, die Erteilung von Aufbau- oder Änderungsgenehmigungen abzulehnen, auch wenn früher bereits eine vergleichbare Genehmigung erteilt wurde. Der technische Fortschritt lässt eine Gleichbehandlung nicht ohne weiteres zu.
MAN behält sich weiterhin vor, diese Aufbaurichtlinien jederzeit zu ändern oder für einzelne Fahrgestelle von diesen Aufbaurichtlinien abweichende Anleitungen zu erteilen.

Haben mehrere gleiche Fahrgestelle gleiche Aufbauten oder Änderungen, so kann MAN zur Vereinfachung eine Sammelgenehmigung erteilen.

1.2.5 Vorlage der Unterlagen

Unterlagen sind nur dann an MAN zu senden, wenn Aufbauten von diesen Aufbaurichtlinien abweichen.
Ist dies der Fall, müssen prüffähige technische Unterlagen vor Beginn der Arbeiten am Fahrzeug bei MAN vorliegen (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“).
Der Auf-/Umbau darf erst nach schriftlicher Genehmigung durch MAN begonnen werden.

Ein zügiger Genehmigungsablauf erfordert:

- zweifache Ausfertigung der Unterlagen
- möglichst geringe Anzahl der Schriftstücke
- vollständige technische Angaben und Unterlagen.

Folgende Angaben sollen enthalten sein:

- Fahrzeugtyp (Typschlüssel, siehe Kapitel 2.2) mit
  - Fahrerhausausführung
  - Radstand
  - Rahmenüberhang
- Fahrzeugidentifizierungsnummer oder Fahrzeugnummer (falls bereits vorhanden, siehe Kapitel 2.2)
- Kennzeichnung der Abweichungen von diesen Aufbaurichtlinien in allen Unterlagen!
- Lasten und deren Lastangriffspunkte:
  - Kräfte aus dem Aufbau
- Achslastberechung
- besondere Einsatzbedingungen
- Hilfsrahmen:
  - Werkstoff und Querschnittswerte
  - Maße
  - Profilart
  - Querträgeranordnung im Hilfsrahmen
  - Besonderheiten der Hilfsrahmengestaltung
  - Querschnittsänderungen
  - zusätzliche Verstärkungen
  - Kröpfungen etc.
- Verbindungsmittel:
  - Positionierung (bezogen auf das Fahrgestell)
  - Art
  - Größe
  - Anzahl.

Nicht prüf- und genehmigungsfähig sind:

- Stücklisten
- Prospekte
- Fotos
- sonstige unverbindliche Informationen.

Zeichnungen haben ihren Aussagewert nur unter der ihnen zugeteilten Nummer. Es ist deshalb nicht zulässig, in den von MAN zur Verfügung gestellten Fahrgestellzeichnungen die Aufbauten oder Änderungen einzuzeichnen und zur Genehmigung vorzulegen.

1.2.6 Zulassung

Nationale Gesetze und technischen Vorschriften zur Fahrzeugzulassung bei Modifikationen sind einzuhalten.
Getätigte Modifikationen am Fahrgestell sind zur Beurteilung einem Technischen Dienst vorzustellen.
Das durchführende Unternehmen bleibt auch nach der Zulassung des Fahrzeugs in der Verantwortung, wenn die zuständigen Stellen eine Zulassung in Unkenntnis über die Betriebssicherheit des Produkts erteilen.

Mehrstufen-Cooperation Bausteine nach 2007/46/EG

I. Verfahren
Im Rahmen des Mehrstufenverfahrens nach Anhang XVII der Richtlinie 2007/46/EG trägt jeder Hersteller die Verantwortung für die Genehmigung und Übereinstimmung der Produktion aller von ihm hergestellten oder in einer früheren Fertigungsstufe hinzugefügten Systeme, Bauteile oder selbstständigen technischen Einheiten.

Der Aufbauhersteller ist Hersteller der zweiten oder einer weiteren Produktionsstufe gemäß 2007/46/EG.

II. Verantwortlichkeiten
Der Aufbauhersteller trägt grundsätzlich die Verantwortung:

- für die von ihm am Basisfahrzeug getätigten Modifikationen.
- für die in einer früheren Stufe bereits genehmigten Gegenstände, wenn durch Modifikationen am Basisfahrzeug zuvor erteilte Genehmigungen für dieses Fahrzeug nicht mehr anwendbar sind.
- dass durch die getätigte Modifikation die jeweiligen nationalen/internationalen Rechtsvorschriften, und insbesondere die des Ziellands, eingehalten werden.
- dass die von ihm getätigten Modifikationen zur Beurteilung einem Technischen Dienst vorgestellt werden.
- dass die Einhaltung der Rechtsvorschriften in entsprechender Form (Prüfbericht und/oder Genehmigung bzw. Dokumente nach Rechtslage des Ziellands) von ihm dokumentiert wird.

MAN als Hersteller des Basisfahrzeugs trägt grundsätzlich die Verantwortung:

- die für den Lieferumfang des Basisfahrzeugs verfügbaren Homologationsunterlagen (EG-/ECE-Genehmigungen) dem Aufbauhersteller auf Anforderung in elektronischer Form bereitzustellen.

III. Kennzeichnung der Fahrzeuge
Das jeweilige Fahrzeug erhält eine Fahrzeugidentifizierungsnummer („FIN“), welche MAN als Hersteller des unvollständigen Basisfahrzeugs ausweist.

Grundsätzlich gelten die Anforderungen des Anhang XVII der 2007/46/EG und die hierzu veröffentlichten Verfahrensanweisungen.

IV. Konformität der Produktion (CoP)
Grundsätzlich gelten die Anforderungen der EG-Einzelrichtlinien und des Anhang X der 2007/46/EG, sowie die Anforderungen des Anhangs 2 des ECE-Abkommens von 1958.

V. Bereitstellung von Unterlagen für die Zulassung/nachfolgende Stufe
Gemäß des Anhang XVII der 2007/46/EG stellt MAN als Hersteller des Basisfahrzeugs dem oder den Aufbauherstellern die für das Basisfahrzeug verfügbaren EG-/ECE-Systemgenehmigungen und das Certificate of Conformity (CoC)[1)] in elektronischer Form zur Verfügung.

[1)] Nur wenn das Fahrzeug als EG-Konform ist und Werkseitig ein CoC gedruckt wurde.

Fall 1: Zulassung in Deutschland
Im Falle einer Generalunternehmerschaft von MAN („Einrechnungsgeschäft“) ist/sind der/die Aufbauhersteller als Hersteller der weiteren Stufe(n) dazu verpflichtet, folgende Unterlagen in elektronischer Form bereitzustellen:

Fall A: Die individuellen Lieferkonditionen sehen einen Abnahme-/Genehmigungs- und Zulassungsprozess durch den Fahrzeughersteller (MAN) vor.

1. Im Falle einer bestehenden und gültigen Gesamtbetriebserlaubnis nach 2007/46/EG für die Fertigungsstufen ein CoC. Auf Anfrage müssen existierende EG-/ECE-Systemgenehmigungen oder Technische Prüfberichte zur Verfügung gestellt werden.

2. Alternativ zu 1. die im Rahmen des nationalen Einzelgenehmigungsverfahrens nach §13 EG-FGV erforderlichen Prüfberichte und Genehmigungsunterlagen.

Der späteste Zeitpunkt der Übermittlung der o. a. Unterlagen in druckfähiger Form ist der Tag der Rücklieferung des komplettierten Fahrzeuges an den vertraglich vereinbarten Lieferort.

Die Unterlagen sind an die Adresse documents@de.man-mn.com zu übermitteln.

In den Fällen, in denen MAN vom Aufbauhersteller ein CoC erhält, darf dieses im Auftrag des Aufbauherstellers im Original nur von MAN erzeugt werden.

Fall B: Der Abnahme-/Genehmigungs- und Zulassungsprozess erfolgt durch den Vertragspartner oder den Hersteller der letzten Ausbaustufe des Fahrzeugs.

1. Keine, der Zulassungsprozess liegt in der Verantwortung des Vertragspartners oder des Herstellers der letzten Ausbaustufe des Fahrzeugs.

In allen anderen Fällen erfolgt der Abnahme-/Genehmigungs- und Zulassungsprozess durch den Hersteller der letzten Ausbaustufe des Fahrzeugs oder den entsprechenden Vertragspartner.

Fall 2: Zulassung außerhalb Deutschlands im Anwendungsgebiet der 2007/46/EG
Im Falle der Generalunternehmerschaft von MAN verpflichtet sich der Aufbauhersteller als Hersteller der letzten Stufe alle notwendigen Genehmigungs-/Zulassungsunterlagen für alle über das Basisfahrzeug hinausgehenden Modifikationen der nachfolgenden Fertigungsstufen der jeweils zuständigen Vertriebsorganisation bzw. dem Importeur elektronisch zur Verfügung zu stellen.

Unabhängig von etwaigen Generalunternehmerschaften der Importeure erfolgt der Abnahme-/Genehmigungs- und Zulassungsprozess durch den Hersteller der letzten Ausbaustufe des Fahrzeugs oder den entsprechenden Vertragspartner.

Für den Zulassungsprozess ist der jeweilige Importeur des Landes oder der jeweilige Vertragspartner verantwortlich und zuständig.

MAN liefert keine nationalen Daten für die Zulassung, die über den Anhang IX der Richtlinie 2007/46/EG in der jeweils aktuellen Fassung für unvollständige Fahrzeuge hinausgehen – dies gilt insbesondere auch für nationale Typ-Schlüsselnummern und Verschlüsselungen von technischen Basisangaben.

MAN als Hersteller behält sich – nach entsprechender Prüfung der Machbarkeit und wirtschaftlichen Umsetzung – das Recht vor, nach entsprechend gesondert getroffenen Vereinbarungen mit nationalen Vertriebsorganisationen und Importeuren, Daten für die nationale Zulassung zu liefern, die über die oben beschriebenen Umfänge hinaus gehen (z.B. Fabrikschilder etc.). Entsprechende Anfragen sind an die Adresse documents@de.man-mn.com zu richten.

VI. Geheimhaltungsvereinbarung
Ohne vorherige ausdrückliche Zustimmung von MAN darf seitens der Aufbauhersteller die durch MAN zur Verfügung gestellten Genehmigungsunterlagen nicht an Dritte weitergegeben werden.

Davon ausgenommen ist die Weitergabe von Unterlagen, die im unmittelbaren Zusammenhang mit der Zulassung des betroffenen Fahrzeugs stehen an Personen der folgenden Institutionen:

- MAN-Vertriebspartner
- Technische Dienste und Prüforganisationen
- Genehmigungsbehörden
- Zulassungsbehörden oder staatlich beauftragte Zulassungsstellen

Typzulassung/Homologation für

TiB (Truck in the Box),

CiB (Chassis in the Box),

BiB (Bus in the Box),

CKD (Complete Knocked Down),

SKD (Semi Knocked Down),

PKD (Partly Knocked Down)

Für diese Ausführungen tritt MAN nicht als Hersteller im Sinne der 2007/46/EG auf – daher liegt die Verantwortung für den Homologations- und Zulassungsprozess in der Hand des Herstellers dieser Fahrzeuge.

Grundsätzlich gelten die Inhalte des jeweils mit MAN geschlossenen Vertrags.

Die MAN liefert hierfür prinzipiell keine zulassungsrechtlich relevanten Daten für die komplettierten Fahrzeuge. Ausnahmen stellen Homologationsunterlagen für genehmigungspflichtige Bauteile, wie z.B. Motor, dar, die elektronisch seitens MAN zur Verfügung gestellt werden.

Dies schließt jedoch nicht aus, dass sich MAN –nach entsprechender Prüfung der Machbarkeit und wirtschaftlichen Umsetzung– das Recht vorbehält nach entsprechend gesondert getroffenen Vereinbarungen mit nationalen Vertriebsorganisationen und Importeuren, Daten für die nationale Zulassung zu liefern, die über die oben beschriebenen Umfänge hinaus gehen (z.B. Fabrikschilder etc.). Entsprechende Anfragen sind an die Homologationsabteilung der MAN zu richten.

1.2.7 Sachmängelhaftung

Ansprüche auf Sachmängelhaftung bestehen nur im Rahmen des Kaufvertrages zwischen Käufer und Verkäufer. Danach obliegt die Verpflichtung zur Sachmängelhaftung dem jeweiligen Verkäufer des Liefergegenstandes. Ansprüche gegen MAN bestehen nicht, wenn der beanstandete Fehler darauf beruht, dass

- diese Aufbaurichtlinien nicht eingehalten wurden
- im Hinblick auf den Einsatzzweck des Fahrzeugs ein ungeeignetes Fahrgestell gewählt wurde
- der Schaden am Fahrgestell herbeigeführt wurde durch
  - den Aufbau
  - Art/ Durchführung der Aufbaumontage
  - die Fahrgestelländerung
  - unsachgemäße Bedienung.

1.2.8 Produkthaftung

Von MAN festgestellte Arbeitsfehler sind zu berichtigen. Soweit dies gesetzlich zulässig ist, wird jede Haftung von MAN, insbesondere für Folgeschäden, ausgeschlossen.

Die Produkthaftung regelt:

- die Haftung des Herstellers für sein Produkt oder Teilprodukt
- den Ausgleichsanspruch des in Anspruch genommenen Herstellers gegen den Hersteller eines integrierten Teilprodukts, wenn der aufgetretene Schaden auf einem Fehler des Teilproduktes beruht.

Das Unternehmen, welches den Aufbau oder die Fahrgestelländerung ausführt, hat MAN von jeder etwaigen Haftung gegenüber ihrem Kunden oder sonstigen Dritten freizustellen, sofern ein eingetretener Schaden darauf beruht, dass

- das Unternehmen diese Aufbaurichtlinien nicht eingehalten hat,
- der Aufbau oder die Fahrgestelländerung Schäden durch fehlerhafte
  - Konstruktion
  - Herstellung
  - Montage
  - Instruktion

  verursacht haben
- in sonstiger Weise den niedergelegten Grundsätzen nicht entsprochen wurde.

1.2.9 Betriebs- und Verkehrssicherheit

Um die Betriebs- und Verkehrssicherheit herzustellen und Garantieansprüche aufrecht zu erhalten sind vom Aufbauhersteller die Hinweise in dieser Aufbaurichtlinie genau zu beachten. Für Nichteinhaltung übernimmt MAN keine Haftung.
Vor Beginn von Auf- Um- oder Einbauarbeiten muss der Aufbauhersteller auch Kenntnis über die mit seinen Arbeiten zusammen hängenden Kapitel der Betriebsanleitung haben. Gefahren können sonst nicht erkannt werden und andere Personen können gefährdet werden.

Für die Zuverlässigkeit, Sicherheit und die Eignung kann MAN dann nicht haften, wenn:

- Aufbauten nicht nach diesen Aufbaurichtlinien gefertigt/aufgebaut werden
- Originalteile oder freigegebene Teile und Umbauten gegen andere Teile ausgetauscht werden
- Nicht genehmigte Änderungen am Fahrzeug vorgenommen werden.

Genehmigungen durch Dritte, z.B. Prüfstellen oder behördliche Genehmigungen schließen Sicherheitsrisiken nicht aus.

Die am Fahrgestell/ Fahrzeug tätigen Unternehmen sind haftbar für Schäden, die auf mangelhafte Funktions- und Betriebssicherheit oder mangelhafte Betriebsanleitungen zurückzuführen sind. MAN verlangt daher vom Aufbauhersteller bzw. Fahrzeugumbauer:

- höchstmögliche Sicherheit entsprechend dem Stand der Technik
- verständliche und ausreichende Betriebsanleitungen
- gut sichtbare und dauerhaft angebrachte Hinweisschilder auf Gefahrenpunkte für Bediener und/ oder dritte Personen
- Einhaltung erforderlicher Schutzmaßnahmen (z.B. Brand- und Explosionsschutz)
- vollständige Angaben zur Toxikologie
- vollständige Angaben zur Ökologie.

Die Sicherheit hat Vorrang! Alle technischen Möglichkeiten zur Vermeidung von Betriebsunsicherheiten sind auszunützen.
Dies gilt gleichermaßen für die

- aktive Sicherheit = Verhinderung von Unfällen. Hierzu zählen:
  - Fahrsicherheit als Ergebnis der Gesamtfahrzeugkonzeption mit Aufbau
  - Konditionssicherheit als Folge einer möglichst geringen körperlichen Belastung der Insassen durch Schwingungen, Geräusche, klimatische Einflüsse usw.
  - Wahrnehmungssicherheit vor allem die richtige Gestaltung von Beleuchtungseinrichtungen, Warneinrichtungen, ausreichende direkte Sicht, ausreichende indirekte Sicht
  - Bedienungssicherheit, hierzu zählt die optimale Bedienbarkeit aller Einrichtungen, auch die des Aufbaus
- passive Sicherheit = Vermeidung und Verminderung von Unfallfolgen. Hierzu zählen:
  - Äußere Sicherheit wie z.B. Gestaltung des Fahrzeug- und Aufbauaußenbereichs hinsichtlich Deformationsverhalten, Montage von Schutzeinrichtungen
  - Innere Sicherheit, umfasst den Schutz der Insassen von Fahrzeugen, aber auch Kabinen, die von Aufbaufirmen montiert werden.

Klima und Umweltbedingungen haben Auswirkungen auf:

- Betriebssicherheit
- Einsatzbereitschaft
- Betriebsverhalten
- Lebensdauer
- Wirtschaftlichkeit.

Klima- und Umwelteinflüsse sind z.B.:

- Temperatureinflüsse
- Feuchtigkeit
- aggressive Stoffe
- Sand und Staub
- Strahlung.

Die ausreichende Freigängigkeit aller für einen Bewegungsvorgang dienenden Teile, dazu zählen auch alle Leitungen, muss gewährleistet sein. Die Betriebsanleitungen der MAN-Lkw geben Auskunft über die Wartungsstellen am Fahrzeug. Unabhängig von der Aufbauart ist in allen Fällen auf eine gute Zugänglichkeit der Wartungsstellen zu achten. Die Wartung muss ohne Ausbau irgendwelcher Teile ungehindert erfolgen können. Für ausreichende Belüftung und/ oder Kühlung der Aggregate ist zu sorgen.

1.2.10 Anleitungen von Auf- und Umbaufirmen

Der Betreiber des Fahrzeugs hat auch beim Aufbau oder bei Fahrzeugänderungen durch Umbaufirmen einen Anspruch auf eine Betriebsanleitung. Alle spezifischen Produktvorzüge sind nutzlos, wenn es dem Kunden nicht ermöglicht wird das Produkt

- sicher und funktionsgerecht zu handhaben
- rationell und mühelos zu nutzen
- fachgerecht instand zu halten
- souverän in allen Funktionen zu beherrschen.

Demzufolge hat auch jeder Fahrzeugauf- und -umbauer seine technischen Anleitungen auf:

- Verständlichkeit
- Vollständigkeit
- Richtigkeit
- Nachvollziehbarkeit
- produktspezifische Sicherheitshinweise

zu überprüfen.

Eine mangelhafte oder nicht vollständige Betriebsanleitung hat erhebliche Risikofaktoren für den Anwender.
Mögliche Auswirkungen sind:

- Mindernutzen, weil Produktvorteile unerkannt bleiben
- Reklamationen und Ärger
- Ausfälle und Schäden, die meist dem Fahrgestell angelastet werden
- unerwartete und unnötige Mehrkosten durch Reparaturen und Zeitverlust
- ein negatives Image und damit geringe Neigung zu Folgekäufen.

Je nach Fahrzeugaufbau oder -änderung ist das Bedienungspersonal über die Bedienung und Wartung zu unterrichten.
Die Unterweisung muss auch die mögliche Beeinflussung des statischen und dynamischen Fahrzeugverhaltens beinhalten.

1.2.11 Haftungsbeschränkung für Zubehör/ Ersatzteile

Zubehör- und Ersatzteile, die MAN nicht hergestellt oder zur Verwendung in seinen Produkten nicht freigegeben hat, können die Verkehrs- und Betriebssicherheit des Fahrzeugs beeinträchtigen und Gefahrensituationen schaffen. Die MAN Truck & Bus AG (bzw. der Verkäufer) übernimmt keine Haftung für Ansprüche gleich welcher Art, die ihren Grund in der Kombination des Fahrzeuges mit einem Zubehörteil eines anderen Herstellers haben, es sei denn, die MAN Truck & Bus AG (bzw. der Verkäufer) hat das Zubehörteil selbst vertrieben oder an dem Fahrzeug (bzw. dem Vertragsgegenstand) angebracht.

2. Produktkennzeichnung

2.1 Fahrzeugbezeichnung, Radformel

Zur eindeutigen und leicht nachvollziehbaren Kennzeichnung der Varianten wurden systematisch neue Fahrzeugbezeichnungen eingeführt. Die Fahrzeugbezeichnung wird in 3 Ebenen verwendet als:

- Türbezeichnung
- Variantenbeschreibung (in den Verkaufs- und technischen Unterlagen (beispielsweise Datenblätter, Fahrgestellzeichnung))
- Typenschlüssel.

2.1.1 Türbezeichnung

Die Türbezeichnung besteht aus:
Baureihe + zulässigem Gewicht + Leistungsangabe
TGL 8.180 TGM 18.340

Baureihe	+ zulässiges Gewicht	+ Leistungsangabe
TGL	8	.180
TGM	18	.340

Baureihe in der Kurzform TGL = Trucknology® Generation L, TGM = Trucknology® Generation M
technisch zulässiges Gewicht in [t]
Motorleistung [DIN-PS], wobei auf 10 PS gerundet wird.

2.1.2 Variantenbeschreibung

Die Variantenbeschreibung = Fahrzeugbezeichnung besteht aus der Türbezeichnung + Radformel + Suffix.
Die Begriffe Radformel und Suffix werden direkt im Anschluss definiert.

Baureihe + zulässiges Gewicht + Leistungsangabe - Radformel + Suffix
TGL 12.220 4x2 BL TGM 18.340 4x2 BB TGM 26.290 6x4 BB

Baureihe	+ zulässiges Gewicht	+ Leistungsangabe		
TGL	12	.220	4x2	BL
			Radformel	Suffix
TGM	18	.340	4x2	BB
			Radformel	Suffix

Baureihe	+ zulässiges Gewicht	+ Leistungsangabe		
TGM	26	.290	6x4	BB
			Radformel	Suffix

2.1.3 Radformel

Die Radformel benennt die Anzahl der Achsen und dient zusätzlich der Kennzeichnung von Antriebs-, Lenk- und Nach-/ Vorlaufachsen. Radformel ist zwar ein geläufiger Begriff, der aber nicht genormt ist. Gezählt werden „Radstellen“ und nicht einzelne Räder, Zwillingsbereifung wird also als einzelnes Rad betrachtet.

Ein Beispiel soll den Begriff Radformel erläutern:

Tabelle 1: Radformel Beispiel

6 x 2 - 4		
6	=	Anzahl der Radstellen insgesamt, also 3 Achsen
x	=	keine Aussage
2	=	Anzahl der angetriebenen Räder
-	=	Nachlaufachse hinter dem angetriebenen Hinterachsaggregat
4	=	Anzahl der gelenkten Räder

Es gibt derzeit folgende Radformeln ab Werk:

Tabelle 2: Radformeln TGL/TGM

4x2	Zweiachser mit einer angetriebenen Achse
4x4	Zweiachser mit zwei angetriebenen Achsen „Allrad“
6x2-4	Dreiachser mit gelenkter Nachlaufachse
6x4	Dreiachser mit zwei angetriebenen und nicht gelenkten Hinterachsen

2.1.4 Suffix

Der Suffix der Fahrzeugbeschreibung definiert die Federungsart, kennzeichnet Sattelzugmaschinen gegenüber Lkw und beschreibt spezielle Produkteigenschaften

TGL 8.220 4x2	BL
	Suffix

Tabelle 3: Federungsarten bei TGL/TGM

BB	Blattfederung an Vorderachse, Blattfederung an Hinterachse(n)
BL	Blattfederung an Vorderachse, Luftfederung an Hinterachse(n)
LL	Luftfederung an Vorder- und an Hinterachse(n)

Sattelzugmaschinen (bei TGL und TGM, Umbau Lkw zum Sattel über MAN auf Anfrage) werden durch ein angehängtes ‚S' gekennzeichnet. Die Fahrzeugart Lkw wird nicht gesondert gekennzeichnet.

Spezielle (konstruktive) Produkteigenschaften werden durch einen Bindestrich (‚-') vom vorderen Teil des Suffix getrennt angehängt.

Beispiel für spezielle Produkteigenschaften:

TGM 18.250 4x4 BL-FW	- FW
	- FW = Feuerwehrfahrgestell mit Allradantrieb und niedriger Bauhöhe ausschließlich für Feuerwehraufbauten freigegeben

Tabelle 4: Zur Kennzeichnung bisher verwendete spezielle Ausführungen (werden durch weitere ergänzt)

- FW	Feuerwehrfahrgestell mit Allradantrieb und niedriger Bauhöhe ausschließlich für Feuerwehraufbauten freigegeben
- TIB	“Truck in a box“ zerlegtes Fahrgestell zur Montage im MAN Werk des Empfängerlandes, Beispiel: TGM 18.250 4x2 BB-TIB
- FOC	Frontlenkerfahrgestell mit Windlauf für Omnibusaufbau

2.2 Typnummer, Fahrzeugidentifizierungsnummer, Fahrzeugnummer, Grundfahrzeugnummer

Die technische Identifikation des MAN-Fahrgestells und die Zuordnung zur Baureihe geschieht durch die dreistellige Typnummer auch Typschlüsselnummer genannt. Sie ist Bestandteil der 17-stelligen Fahrzeugidentifizierungsnummer (auch Fahrzeug-Ident.-Nr. FIN, Vehicle Identifier Number VIN) und dort an der 4. bis 6. Stelle zu finden. Zu Vertriebszwecken wird die Grundfahrzeugnummer (GFZ-Nr.) gebildet, sie enthält an der 2. bis 4. Stelle die Typnummer. Die Fahrzeugnummer ist 7-stellig und beschreibt die technische Ausrüstung des Fahrzeugs, sie enthält die Typnummer an der 1.-3. Stelle und anschließend eine 4-stellige Zählnummer.
Sie befindet sich in den Fahrzeugpapieren und am Fabrikschild des Fahrzeugs und kann bei allen technischen Anfragen für Um- und Aufbauten anstelle der 17-stelligen Fahrzeugidentifizierungsnummer angegeben werden.

Tabelle 5 zeigt einige Beispiele zu den Begriffen Typnummer, Fahrzeugidentifizierungsnummer, Grundfahrzeugnummer und Fahrzeugnummer.

Tabelle 5: Beispiele Fahrzeugbezeichnung, Typnummer, Fahrzeugidentifizierungsnummer, Grundfahrzeugnummer und Fahrzeugnummer

Fahrzeugbezeichnung	Typnummer Typschlüsselnummer	Fahrzeug-Ident.-Nr. (FIN) Fahrzeugidentifizierungsnummer	GFZ-Nr. Grundfahrzeugnr.	Fahrzeugnummer
TGL 7.150 4x2 BB	**N03**	WMA**N03**ZZ45Y145243*	L**N03**HD08	**N03**A093*
TGL 8.220 4x2 BL	**N13**	WMA**N13**ZZ95Y145041*	L**N13**AE07	**N13**9B58*
TGL 12.250 4x2 BL	**N14**	WMA**N14**ZZ75Y152242*	L**N14**DA03	**N14**B167*
TGM 15.290 4x2 BL	**N16**	WMA**N16**ZZ75Y150954*	L**N16**CA01	**N16**0001*
TGM 18.340 4x2 BB	**N08**	WMA**N08**ZZ55Y140816*	L**N08**AB11	**N08**0003*
TGM 26.290 6x2 BB	**N48**	WMA**N48**ZZ27Y174851*	L**N48**CF01	**N08**0012*

*) Fahrzeugidentifizierungsnummern und Fahrzeugnummern im Beispiel sind nicht mit tatsächlich gebauten Fahrzeugen identisch

Tabelle 6: Typnummern, Tonnageklasse, Fahrzeugbezeichnung und Federung bei TGL

Typnummer	Tonnage	Bezeichnung, xxx steht für verschiedene Motorleistungen	Motor	Federung	Hinweis
N01	7,5 t	TGL 7.xxx 4x2 BB	D08 R4 Common Rail	BB	2007 ersetzt durch NO3
N02	8 t	TGL 8.xxx 4x2 BB	D08 R6 Common Rail	BB	
N03	7,5 - 8 t	TGL 8.xxx 4x2 BB	D08 R4 Common Rail	BB	
N04	10 - 12 t	TGL 10.xxx 4x2 BB TGL 12.xxx 4x2 BB	D08 R6 Common Rail	BB	
N05	10 -12 t	TGL 10.xxx 4x2 BB TGL 12.xxx 4x2 BB	D08 R4 Common Rail	BB	
N11	7,5 t	TGL 7.xxx 4x2 BL	D08 R4 Common Rail	BL	2007 ersetzt durch N13
N12	8 t	TGL 8.xxx 4x2 BL	D08 R6 Common Rail	BL	
N13	7,5 - 8 t	TGL 8.xxx 4x2 BL	D08 R4 Common Rail	BL	
N14	10 - 12 t	TGL 10.xxx 4x2 BL TGL 12.xxx 4x2 BL	D08 R6 Common Rail	BL	
N15	10 -12 t	TGL 10.xxx 4x2 BL TGL 12.xxx 4x2 BL	D08 R4 Common Rail	BL	
N49	12 t	TGL 12.xxx 4x2 BL-FOC	D08 R6 Common Rail	BL	
N60	8 t	TGL 8.xxx 4x2 BB-TIB	D08 R4 Common Rail	BB	
N61	10 - 12 t	TGL 12.xxx 4x2 BB-TIB	D08 R4 Common Rail	BB	

Tabelle 7: Typnummern, Tonnageklasse, Fahrzeugbezeichnung und Federung bei TGM

Typnummer	Tonnage	Bezeichnung, xxx steht für verschiedene Motorleistungen	Motor	Federung
N08	18 t	TGM 18.xxx 4x2 BB	D08 R6 Common Rail	BB
N18	18 t	TGM 18.xxx 4x2 BL	D08 R6 Common Rail	BL
N28	18 t	TGM 18.xxx 4x2 LL	D08 R6 Common Rail	LL
N16	15 t	TGM 15.xxx 4x2 BL	D08 R6 Common Rail	BL
N26	15 t	TGM 15.xxx 4x2 LL	D08 R6 Common Rail	LL
N34	13 t	TGM 13.xxx 4x4 BL-FW	D08 R6 Common Rail	BL
N36	13 t	TGM 13.xxx 4x4 BL	D08 R6 Common Rail	BL
N37	13 t	TGM 13.xxx 4x4 BB	D08 R6 Common Rail	BB
N38	18 t	TGM 18.xxx 4x4 BB	D08 R6 Common Rail	BB
N44	26 t	TGM 26.xxx 6x2-4 LL	D08 R6 Common Rail	LLL
N46	26 t	TGM 26.xxx 6x2-4 BL	D08 R6 Common Rail	BLL
N48	26 t	TGM 26.xxx 6x4 BB	D08 R6 Common Rail	BBB
N62	18 t	TGM 18.xxx 4x2 BB-TIB	D08 R6 Common Rail	BB
N63	15 t	TGM 15.xxx 4x2 BL-TIB	D08 R6 Common Rail	BL
N64	18 t	TGM 18.xxx 4x4 BB-TIB	D08 R6 Common Rail	BB
N65	18 t	TGM 18.xxx 4x2 BL-TIB	D08 R6 Common Rail	BL

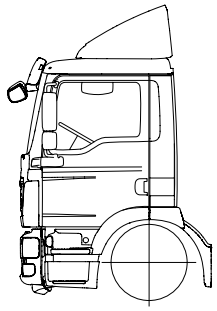
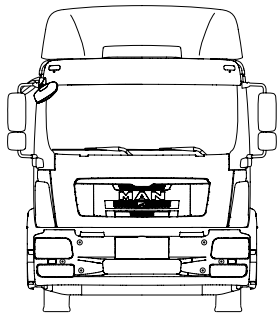
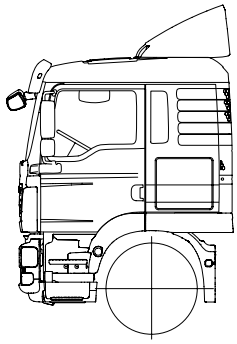
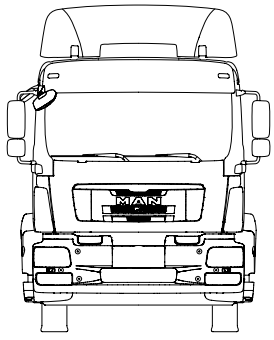
2.3 Verwendung von Markenzeichen

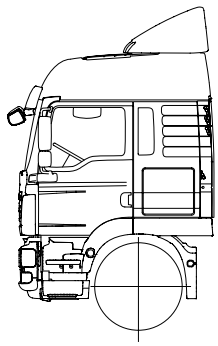
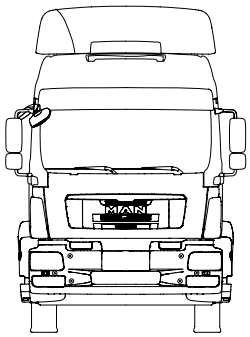
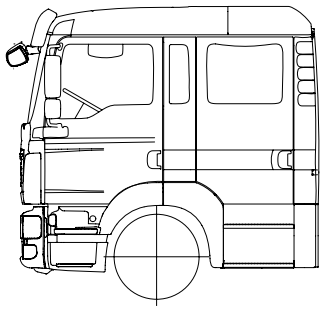
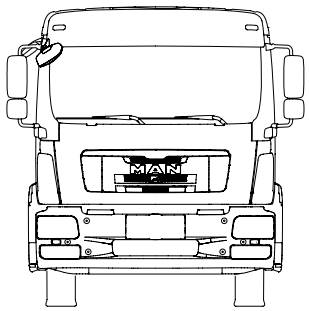
Am Fahrgestell vorhandene MAN-Markenzeichen dürfen ohne Genehmigung nicht entfernt oder modifiziert werden.
Fahrgestelländerungen oder Aufbauten die nicht nach diesen Aufbaurichtlinien erfolgen und keine MAN-Genehmigung zum Um- oder Aufbau durch die zuständige Abteilung (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) haben, müssen eine neue Fahrzeugidentifizierungsnummer (FIN) des dann verantwortlichen Herstellers (in der Regel der Umbauer) erhalten.
In den Fällen, bei denen das Fahrgestell/ Fahrzeug eine neue FIN erhalten muss, sind die Markenkennzeichen am Kühlergrill (Schriftzug „MAN“, Löwe) und auf den Türen (Türbezeichnung siehe 2.1.1) zu entfernen.

2.4 Fahrerhäuser

TGL/TGM-Fahrgestelle gibt es mit folgenden Fahrerhausvarianten/ Fahrerhausbezeichnungen:

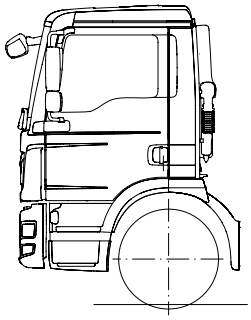
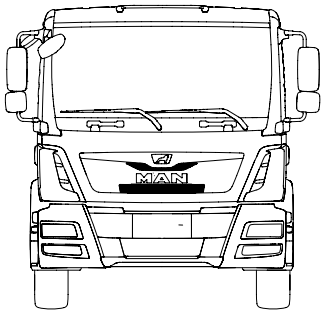
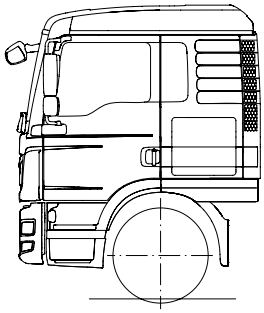
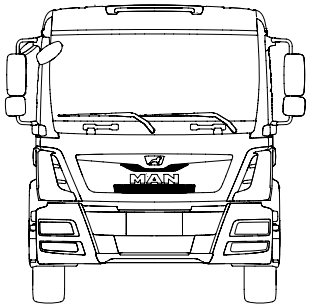
Tabelle 8.1: Fahrerhäuser TGL / TGM bis Abgasnorm Euro 5

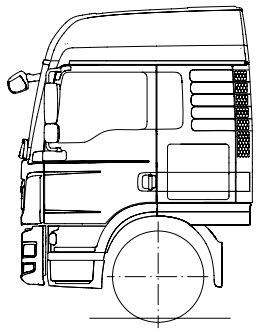
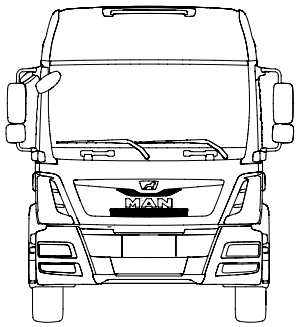
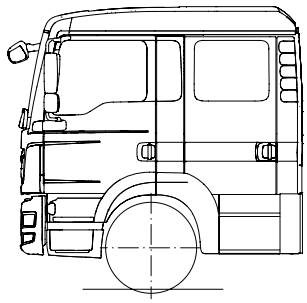
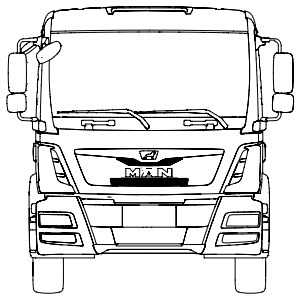
TGL / TGM bis Abgasnorm Euro 5						
Bezeichnung		Maße*			Ansichten	
Name	technische Bezeichnung	Länge	Breite	Höhe (ab Fhs-0)	Seite	Front
C	**bei Motor D0836 (6-Zyl.):** Linkslenker F99**L10**S Rechtslenker F99**R10**S **bei Motor D0834 (4-Zyl.):** Linkslenker F99**L12**S Rechtslenker F99**R12**S	1.620	2.240	1.664		
L	Linkslenker F99**L32**S Rechtslenker F99**R32**S	2.280	2.240	1.737		

TGL / TGM bis Abgasnorm Euro 5						
Bezeichnung		Maße*			Ansichten	
Name	technische Bezeichnung	Länge	Breite	Höhe (ab Fhs-0)	Seite	Front
LX	Linkslenker F99**L37**S Rechtslenker F99**R37**S	2.280	2.240	2.035		
DK	**bei Motor D0834 (4-Zyl.):** Linkslenker F99**L58**S Rechtslenker F99**R58**S **bei Motor D0836 (6-Zyl.):** Linkslenker F99**L57**S Rechtslenker F99**R57**S	2.786	2.240	1.737		

*) Maße beziehen sich auf das Fahrerhaus ohne Anbauteile wie Kotflügel, Schürzen Spiegel, Spoiler etc.

Tabelle 8.2: Fahrerhäuser TGL / TGM Abgasnorm Euro 6

TGL / TGM bei Abgasnorm Euro 6						
Bezeichnung		Maße*			Ansichten	
Name	technische Bezeichnung	Länge	Breite	Höhe (ab Fhs-0)	Seite	Front
C	**bei Motor D0836 (6-Zyl.):** Linkslenker F99**L10**S Rechtslenker F99**R10**S **bei Motor D0834 (4-Zyl.):** Linkslenker F99**L12**S Rechtslenker F99**R12**S	1.620	2.240	1.664		
L	Linkslenker F99**L32**S Rechtslenker F99**R32**S	2.280	2.240	1.737		

TGL / TGM bei Abgasnorm Euro 6						
Bezeichnung		Maße*			Ansichten	
Name	technische Bezeichnung	Länge	Breite	Höhe (ab Fhs-0)	Seite	Front
LX	Linkslenker F99**L37**S Rechtslenker F99**R37**S	2.280	2.240	2.035		
DK	**bei Motor D0834 (4-Zyl.):** Linkslenker F99**L58**S Rechtslenker F99**R58**S **bei Motor D0836 (6-Zyl.):** Linkslenker F99**L57**S Rechtslenker F99**R57**S	2.786	2.240	1.737		

*) Maße beziehen sich auf das Fahrerhaus ohne Anbauteile wie Kotflügel, Schürzen Spiegel, Spoiler etc.

2.5 Motorvarianten

Bei TGL und TGM werden 4-Ventil Dieselmotoren mit Common Rail Einspritzung der Motorenbaureihe D08 (= 1. - 3. Stelle der Motorbezeichnung) eingebaut. Je nach Nennleistung und Nenndrehmoment handelt es sich um Reihen-Vier- (R4) oder Reihen-Sechszylinder (R6). Die Motoren sind jeweils in Euro 3 (für einige Exportmärkte), Euro 4, Euro 5, EEV und Euro 6 erhältlich.

Euro 4, Euro 5, EEV und Euro 6 sind mit AGR, OBD und Abgasnachbehandlung gemäß nachfolgender Tabelle ausgerüstet:

Abkürzungen:

AGR: **A**b**g**as**r**ückführung
EEV: **E**nhanced **E**nvironmentally friendly **V**ehicle
OBD: **O**n-**B**oard-**D**iagnose
PM-Kat®: **P**articulate **M**atter (Partikelfilter)
SCR: **S**elective **C**atalytic **R**eduction mit „AdBlue“ als Reduktionsmittel

Tabelle 9: TGL/TGM Motoren/ Motorbezeichnungen D08 Common Rail

Fahrzeug-bezeichnung	Schadstoff-klasse	Leistung [kW] bei [1/min]	OBD Stufe	AGR	Abgasnach behandlung	max. Drehmoment [Nm] / bei [1/min]	Motor-bauform	Motor-bezeichnung
xx.150	Euro 3	110 kW / 2.400	ohne OBD	ohne	ohne	570 bei 1.400 1/min	R4	D0834LFL40
xx.180		132 kW / 2.400				700 bei 1.400 1/min		D0834LFL41
xx.240		176 kW / 2.400				925 bei 1.200 - 1.800 1/min	R6	D0836LFL40
xx.280		206 kW / 2.400				1.100 bei 1.200 - 1.800 1/min		D0836LFL41
xx.210*		151 kW / 2.400		AGR		830 bei 1.400 1/min	R4	D0834LFL42
xx.330*		240 kW / 2.400				1.250 bei 1.200 - 1.800 1/min	R6	D0836LFL44
xx.150	Euro 4	110 kW / 2.400	OBD 1		PM-Kat®	570 bei 1.400 1/min	R4	D0834LFL50
xx.180*		132 kW / 2.400				700 bei 1.400 1/min		D0834LFL51
xx.210*		151 kW / 2.400				830 bei 1.400 1/min		D0834LFL52
xx.240		176 kW / 2.300				925 bei 1.200 - 1.800 1/min	R6	D0836LFL50
xx.280*		206 kW / 2.300				1.100 bei 1.200 - 1.750 1/min		D0836LFL51
xx.330*		240 kW / 2.300				1.250 bei 1.200 - 1.800 1/min		D0836LFL52
xx.150		110 kW / 2.400	OBD 1 + NO_x Kontrolle			570 bei 1.400 1/min	R4	D0834LFL53
xx.180*		132 kW / 2.400				700 bei 1.400 1/min		D0834LFL54
xx.210*		151 kW / 2.400				830 bei 1.400 1/min		D0834LFL55
xx.240		176 kW / 2.300				925 bei 1.200 - 1.800 1/min	R6	D0836LFL53
xx.280*		206 kW / 2.300				1.100 bei 1.200 - 1.750 1/min		D0836LFL54
xx.330*		240 kW / 2.300				1.250 bei 1.200 - 1.800 1/min		D0836LFL55
xx.150	Euro 5	110 kW / 2.400	OBD 2 + NO_x Kontrolle		Oxi-Kat	570 bei 1.400 1/min	R4	D0834LFL63
xx.180*		132 kW / 2.400				700 bei 1.400 1/min		D0834LFL64
xx.220*		162 kW / 2.400				850 bei 1.300 - 1.800 1/min		D0834LFL65
xx.250*		184 kW / 2.300				1.000 bei 1.100 - 1.750 1/min	R6	D0836LFL63
xx.290*		213 kW / 2.300				1.150 bei 1.200 - 1.800 1/min		D0836LFL64
xx.340*		250 kW / 2.300				1.250 bei 1.200 - 1.800 1/min		D0836LFL65
xx.250*	Euro 5*	184 kW / 2.300				1.000 bei 1.100 - 1.750 1/min		D0836LFL69
xx.290*		213 kW / 2.300				1.150 bei 1.200 - 1.800 1/min		D0836LFL70
xx.340*		250 kW / 2.300				1.250 bei 1.200 - 1.800 1/min		D0836LFL71
xx.150	EEV	110 kW / 2.400			PM-Kat®	570 bei 1.400 1/min	R4	D0834LFL60
xx.180*		132 kW / 2.400				700 bei 1.400 1/min		D0834LFL61
xx.220*		162 kW / 2.400				850 bei 1.300 - 1.800 1/min		D0834LFL62
xx.250*		184 kW / 2.300				1.000 bei 1.100 - 1.750 1/min	R6	D0836LFL60
xx.280*		213 kW / 2.300				1.150 bei 1.200 - 1.800 1/min		D0836LFL61
xx.330*		250 kW / 2.300				1.250 bei 1.200 - 1.800 1/min		D0836LFL62

Fahrzeug-bezeichnung	Schadstoff-klasse	Leistung [kW] bei [1/min]	OBD Stufe	AGR	Abgasnach behandlung	max. Drehmoment [Nm] / bei [1/min]	Motor-bauform	Motor-bezeichnung
xx.150	Euro 6	110 kW / 2300	OBD 2 + NO_x Kontrolle	AGR	SCR	570 bei 1400 1/min	R4	D0834LFL66
xx.180		132 kW / 2300				700 bei 1400 1/min		D0834LFL67
xx.220*		162 kW / 2300				850 bei 1300 - 1800 1/min		D0834LFL68
xx.250*		184 kW / 2200				1000 bei 1200 - 1750 1/min	R6	D0836LFL66
xx.290*		213 kW / 2200				1150 bei 1200 - 1750 1/min		D0836LFL67
xx.340*		250 kW / 2200				1250 bei 1200 - 1800 1/min		D038LFL68
* 2-stufige Aufladung								
** = Motoren in OBD 1b oder OBD 2 **ohne Drehmomentreduktion (DMR)** im NO_x-Fehlerfall. Nur bei Motoren für Feuerwehr, Rettungsdienste und Militär gemäß Anhang I.6558 der Richtlinie 2005/55/EG, Fassung 2006/81/EG								

Bei Euro 4 wurde auf Seiten der europäischen Emissionsvorschriften unterschieden nach:

1) Euro 4 mit On-Board-Diagnose **„OBD 1“** (gesetzlich erforderlich bei Erstzulassung seit 1.10.2006 - 30.9.2007).
In der Tabelle markiert mit **„OBD 1“**.
2) Euro 4 mit OBD 1 und NO_x-Kontrolle (gesetzlich erforderlich bei Erstzulassung seit 1.10.2007 bis 30.9.2009).
In der Tabelle markiert mit **„OBD 1 NO_x - Kontrolle“**.

3. Allgemeine technische Grundlagen

Nationale und internationale Vorschriften gelten vor technisch zulässigen Maßen und Gewichten, wenn sie die technisch zulässigen Maße und Gewichte einschränken. Aus den Angebots- und den MANTED® -Unterlagen unter www.manted.de sind zu entnehmen:

- Maße
- Gewichte
- Schwerpunktlage für Nutzlast und Aufbau (minimale und maximale Aufbaulage)

des serienmäßigen Fahrgestells. Die dort genannten Daten können sich je nach technischem Lieferumfang des Fahrzeugs ändern. Maßgebend ist der tatsächliche Bau- und Lieferzustand des Fahrzeugs.

Um optimale Nutzlastverhältnisse zu erzielen ist eine Verwiegung des angelieferten Fahrgestells vor Aufbaubeginn erforderlich. Durch Nachrechnung muss die günstigste Schwerpunktlage für Nutzlast und Aufbau und die optimale Aufbaulänge ermittelt werden. Bedingt durch Bauteiltoleranzen sind Gewichtsabweichungen von ±5% zulässig.

Abweichungen von der serienmäßigen Ausstattung machen sich maßlich und gewichtsmäßig bemerkbar.

Abweichungen von den zulässigen Maßen- und Gewichten sind durch eine geänderte Ausstattung möglich, besonders dann, wenn eine Umbereifung vorgenommen wird, die gleichzeitig eine Änderung der zulässigen Lasten zur Folge hat.

Bei jedem Aufbaufall ist zu beachten, dass

- die zulässigen Achslasten in keinem Fall überschritten werden
- eine ausreichende Mindestvorderachslast erreicht wird
- eine einseitige Schwerpunktlage und Belastung nicht zustande kommen darf
- die zulässige Überhanglänge (Fahrzeugüberhang) nicht überschritten wird.

3.1 Achsüberlastung, einseitige Beladung

Bild 1: Überlastung der Vorderachse ESC-652

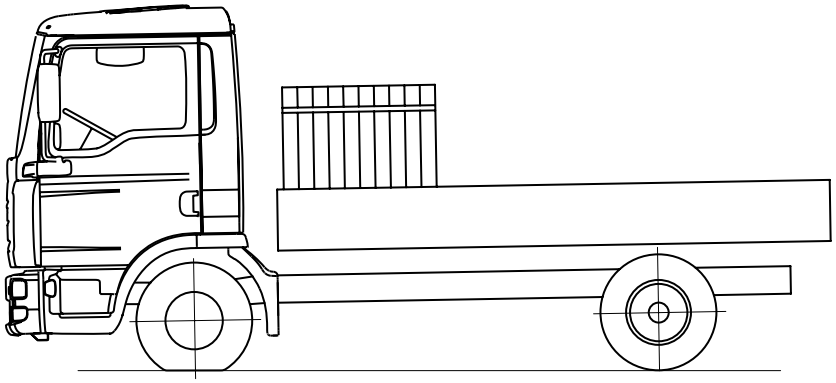
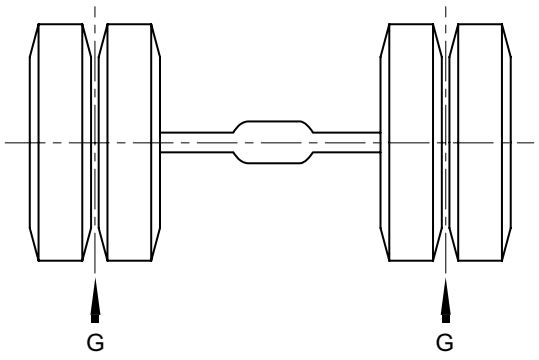


Bild 2: Radlastdifferenz ESC-126



Formel 1: Radlastdifferenz

$$\Delta G \leq 0{,}05 \bullet G_{tat}$$

In der Aufbauprojektierung dürfen einseitige Radlasten nicht vorkommen. Bei Nachprüfungen sind max. 5% Radlastdifferenz zulässig. Dabei ist 100% die tatsächliche Achslast und nicht die zulässige Achslast.

Beispiel:

Tatsächlich vorhandene Achslast G_{tat} = 4.000 kg

Somit zulässige Radlastdifferenz:

$$\Delta G = 0{,}05\ G_{tat} = 0{,}05 \cdot 4.000\ kg$$
$$\Delta G = 200\ kg$$

Somit z.B. 1.900 kg auf der einen und 2.100 kg auf der anderen Seite.
Die ermittelte maximale Radlast gibt keine Auskunft über die zulässige Einzelradlast der jeweiligen Bereifung.
Hierzu geben die technischen Handbücher der Reifenhersteller entsprechende Informationen.

3.2 Mindestvorderachslast

Zur Erhaltung der Lenkfähigkeit muss in jedem Beladungszustand des Fahrzeugs die Vorderachse eine vorgegebene Mindestbelastung gemäß Tabelle 10 aufweisen.

Bild 3: Mindestbelastung der Vorderachse ESC-651

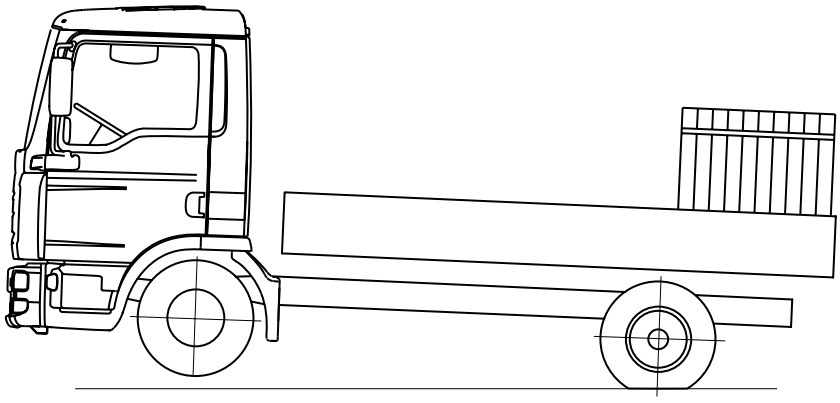


Tabelle 10: Mindestbelastung der Vorderachse in jedem Beladungszustand in % des jeweiligen tatsächlichen Fahrzeuggewichts

Mindestbelastung der Vorderachse in jedem Beladungszustand in % des jeweiligen tatsächlichen Fahrzeuggewichts GG = Gesamtgewicht SDAH = Starrdeichselanhänger ZAA = Zentralachsanhänger						
Baureihe	Achsanzahl	Radformel	GG Fahrzeug	ohne SDAH /ZAA	mit SDAH /ZAA	sonstige Hecklast z.B. Kran
TGL	Zweiachser	4x2	7,5 t - 12 t	25%	30%	30%
TGM	Zweiachser	4x2, 4x4	12 t - 15 t	25%	30%	30%
		4x2, 4x4	18 t	25%	25%	30%
	mehr als zwei Achsen	6x2-4*, 6x4	26 t	20%	25%**	25%**
*) = Dreiachsige Fahrzeuge mit liftbarer Achse sind bei betätigtem Achslift als Zweiachser zu betrachten. In diesem Zustand gilt damit die höhere Mindestvorderachslast zweiachsiger Fahrzeuge. **) = -2% infolge gelenkter Nachlaufachse, nur bei Fahrzeugen die mit Nutzlast be- und entladen werden.						

Bei kombinierten Hecklasten wie zum Beispiel Starrdeichselanhänger mit Ladekran gilt die höhere Mindestvordachslast.

Die Werte gelten einschließlich etwaiger zusätzlicher Hecklasten wie beispielsweise:

- Stützlasten durch Zentralachsanhänger
- Ladekran am Fahrzeugheck
- Ladebordwände
- transportable Gabelstapler.

3.3 Räder, Abrollumfang

Unterschiedliche Reifengrößen zwischen Vorder- und Hinterachse(n) sind bei Allradfahrzeugen nur dann möglich, wenn die Abrollumfangsdifferenz der verwendeten Reifengrößen nicht mehr als 2% beträgt. Grundlage für die Berechnung ist immer der Umfang des kleineren Reifens.

Für jede Umbereifung ist eine Herstellerfreigabe erforderlich. Die Anfragemöglichkeit besteht über das Formular „Anforderung von Bestätigungen“, verfügbar auf www.manted.de oder über Online-Formular für Bestätigungen. Die damit eventuell verbundene Parametrierung wird zusammen mit der Bestätigung durchgeführt.

Die Hinweise im Kapitel 5 ‚Aufbau‘ in Bezug auf Gleitschutzketten, Tragfähigkeit und Freigängigkeit sind zu beachten.

3.4 Zulässige Überhanglänge

Unter der theoretische Überhanglänge ist das Maß von der theoretischen Hinterachsmitte (bestimmt durch den theoretischen Radstand) bis zum Fahrzeugende (einschließlich Aufbau) zu verstehen, Definition siehe folgenden Abschnitt 3.5. In Prozent des theoretischen Radstands sind folgende Maximalwerte zulässig:

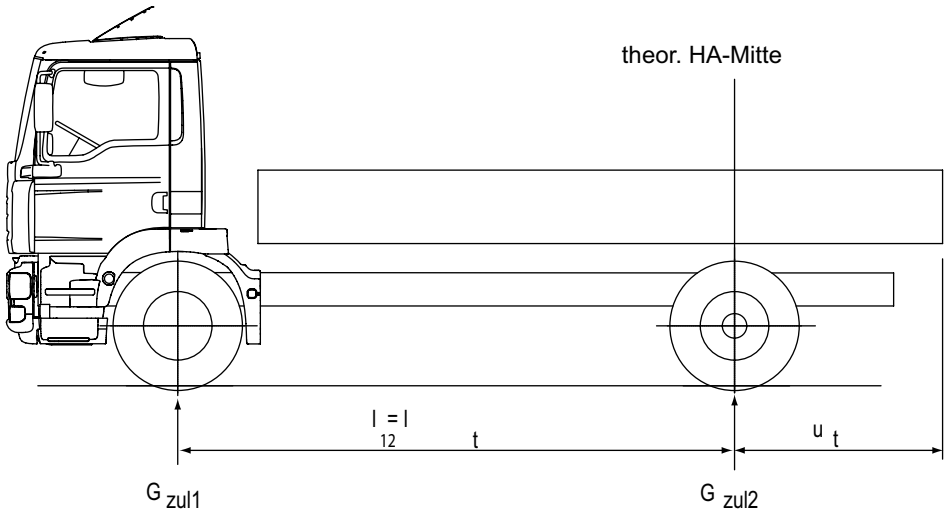
- Zweiachsige Fahrzeuge 65%
- alle anderen Fahrzeuge 70%.

Ohne Ausrüstung zum Ziehen eines Anhängers können die o. a. Werte um 5% überschritten werden.
Grundvoraussetzung ist, dass die in Abschnitt 3.2 in der Tabelle 12 angegebenen Mindestvorderachslasten in jedem Betriebszustand eingehalten werden.

3.5 Theoretischer Radstand, Überhang, theoretische Achsmitte

Der theoretische Radstand ist eine Hilfsgröße zur Ermittlung der Schwerpunktlage und der Achslasten.
Die Definition erfolgt in den folgenden Bildern.

Bild 4: Theoretischer Radstand und Überhang Zweiachser ESC-746



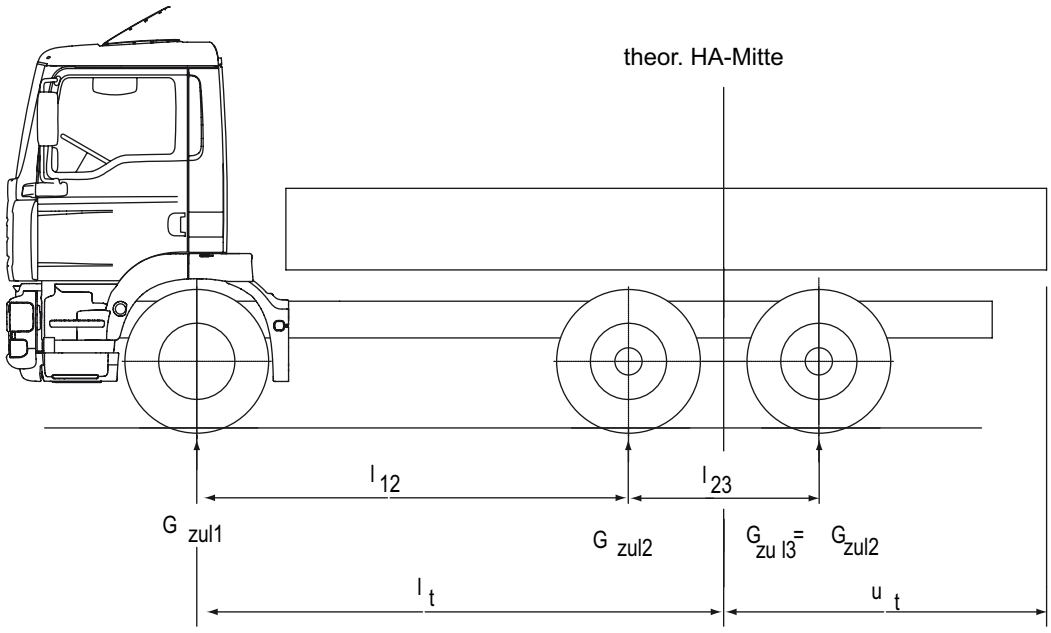
Formel 2: Theoretischer Radstand Zweiachser

$$l_t = l_{12}$$

Formel 3: Zulässige Überhanglänge Zweiachser

$$U_t \leq 0{,}65 \cdot l_t$$

Bild 5: Theoretischer Radstand und Überhang Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei gleichen Hinterachslasten ESC-747



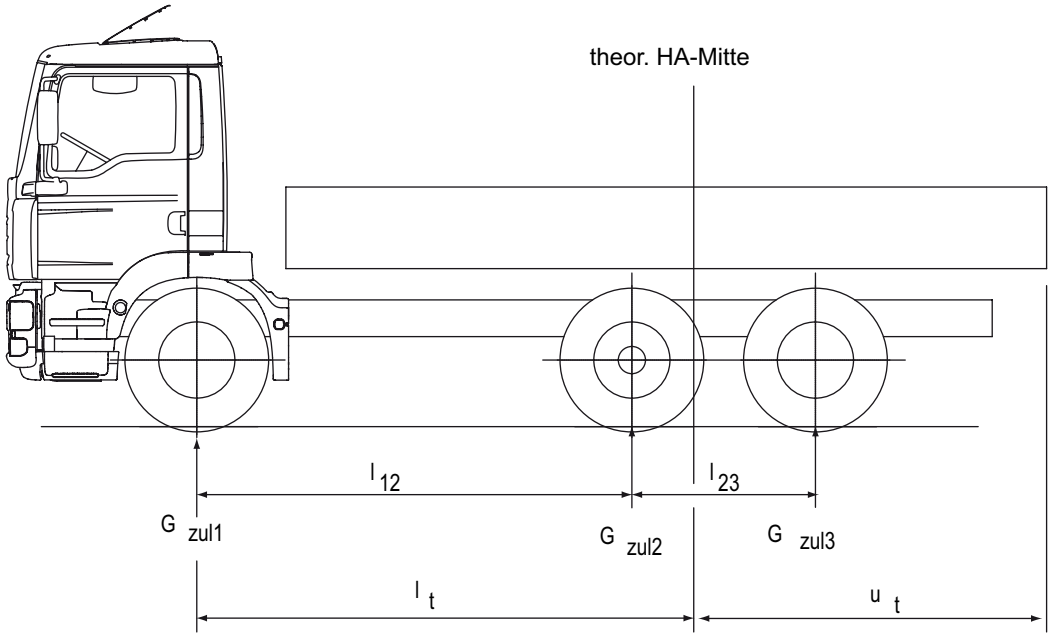
Formel 4: Theoretischer Radstand Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei gleichen Hinterachslasten

$$l_t = l_{12} + 0{,}5 \cdot l_{23}$$

Formel 5: Zulässige theoretische Überhanglänge Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei gleichen Hinterachslasten

$$U_t \leq 0{,}70 \cdot l_t$$

Bild 6: Theoretischer Radstand und Überhang Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei ungleichen Hinterachslasten ESC-748



Formel 6: Theoretischer Radstand Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei ungleichen Hinterachslasten

$$l_t = l_{12} + \frac{G_{zul3} \cdot l_{23}}{G_{zul2} + G_{zul3}}$$

Formel 7: Zulässige Überhanglänge Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei ungleichen Hinterachslasten

$$U_t \leq 0{,}70 \cdot l_t$$

3.6 Achslastberechnung und Wiegevorgang

Für die richtige Aufbauauslegung ist die Erstellung einer Achslastberechnung unerlässlich.
Die angegebenen Gewichte in den Verkaufsunterlagen berücksichtigen nur den Serienzustand eines Fahrzeuges.
Gewichtsveränderungen können durch Sonderausstattungen sowie Fertigungstoleranzen entstehen.
Die optimale Abstimmung des Aufbaus auf den Lkw ist nur dann möglich, wenn vor Beginn aller Aufbauarbeiten das Fahrzeug verwogen wird und die gewogenen Gewichte in einer Achslastberechnung berücksichtigt werden.

Das Fahrzeug ist unter folgenden Voraussetzungen zu verwiegen:

- ohne Fahrer
- mit vollem(n) AdBlue® - sowie Kraftstoffbehälter(n)
- mit gelöster Feststellbremse, Fahrzeug mit Unterlegkeilen sichern
- bei Luftfederung: Fahrzeug in normale Fahrstellung bringen
- liftbare Achsen bis zum Boden absenken (wie im belasteten Zustand)
- Anfahrhilfen nicht betätigen.

Beim Wiegen folgende Reihenfolge einhalten (Vorlauf- bzw. Nachlaufachse zählt zur Hinterachse):

Zweiachser

- 1. Achse
- 2. Achse
- zur Kontrolle das gesamte Fahrzeug

Dreiachser mit zwei Hinterachsen

- 1. Achse
- 2. mit 3. Achse
- zur Kontrolle das gesamte Fahrzeug

3.7 Kontroll-/ Einstell- und Anschlußarbeiten vor und nach der Aufbaumontage

Bei TGL/TGM nicht kontrollieren/ einstellen:

- ALB-Einstellung: keine Arbeiten nach der Aufbaumontage erforderlich

Kontroll-/ Einstellarbeiten, die vom Aufbauhersteller vor bzw. nach erfolgter Aufbaumontage vorgenommen werden müssen:

- Vor der Aufbaumontage sind von MAN mitgelieferte und auf dem Fahrgestellrahmen montierte Dachspoiler auf dem Fahrerhausdach zu befestigen.
- Bei luftgefederten Fahrgestellen ist die Luftfederung mit Holzklötzen im angehobenen Zustand blockiert. Vor Einstellung der Scheinwerfer und vor Antritt der Fahrt sind die Holzklötze zu entfernen.
- Die Niveauregulierung der Hinterachse darf erst ab einer Hinterachsbelastung (z.B.durch den Aufbau) von ≥ 500 kg betätigt werden.
- Scheinwerfergrundeinstellung, siehe auch Abschnitt 6.6 in diesem Heft
- Batterieladung nach Ladekalender prüfen, Batterieladekarte abzeichnen, siehe auch Kapitel 6 ‚Elektrik, Elektronik, Leitungen'.
- Digitalen Tachograf ‚DTCO' nach dem Aufbau kalibrieren, und die Angaben für das amtliche Kennzeichen und das Zulassungsland ergänzen. Bei neuen Tachografen sind seit April 2011 die Daten für das amtliche Kennzeichen und das Zulassungsland ohne Veränderung der Kalibrierdaten auch mit der Unternehmerkarte einzugeben.

4. Fahrgestelle ändern

Um das vom Kunden gewünschte Produkt darstellen zu können sind u.U. zusätzliche Komponenten ein-, an- oder umzubauen. Wegen der Baugleichheit und Wartung empfehlen wir die Verwendung von Original-MAN-Komponenten, sofern dies mit der konstruktiven Auslegung vereinbar ist. Um den Wartungsaufwand möglichst gering zu halten, empfehlen wir die Verwendung von solchen Komponenten, die gleiche Wartungsintervalle aufweisen wie das MAN-Fahrgestell. Alle sicherheitsrelevanten Komponenten der Rad-/ Achsführungen, der Lenkung und der Bremsen dürfen nicht modifiziert werden. Vorhandene Stabilisatoren nicht entfernen oder modifizieren. Der Ein- oder Umbau von Komponenten bedingt oft Eingriffe in den CAN-Verbund der Steuergeräte (z.B. Erweiterung des elektronischen Bremssystems EBS). Notwendige Änderungen bzw. Erweiterungen der Fahrzeugprogrammierung sind in diesen Richtlinien beim jeweiligen Thema angegeben. Diese Änderungen können nur mit Hilfe der Elektronikspezialisten der MAN-Servicestellen und der Freigabe der Programme durch MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) erfolgen. Nachgerüstete Systeme werden unter Umständen nicht in die fahrzeugeigenen Trucknology®-Systeme „Zeitwartungssystem“ bzw. „Flexibles Wartungssystem“ aufgenommen. Aus diesen Gründen kann bei nachgerüsteten Originalteilen nicht mit demselben Wartungskomfort, wie bei der Erstausstattung gerechnet werden.

4.1 Rahmenwerkstoff

Bei Änderungen an den Längs- und Querträgern des Fahrgestells ist ausschließlich die Verwendung des Original-Rahmenwerkstoffs S420MC (= QStE420TM), bei Typ N48 S500 MC (=QStE500TM, Profilnr. 40) zugelassen.
Bei TGL/TGM werden - typbezogen - folgende Rahmenlängsträgerprofile verwendet.

Bild 7: Profildaten der Rahmenlängsträger ESC-128

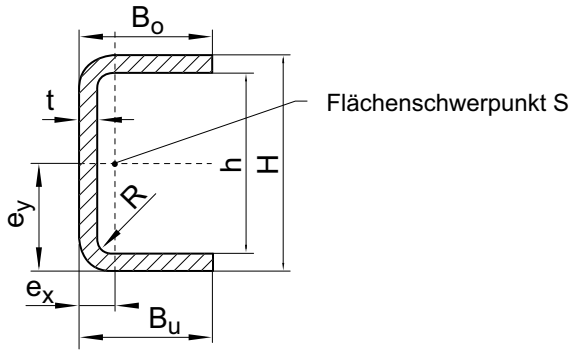


Tabelle 11: Profildaten der Rahmenlängsträger TGL/TGM

Nr.	H mm	h mm	B_o mm	B_u mm	t mm	R mm	G kg/m	$\sigma_{0,2}$ N/mm²	σ_B N/mm²	A mm²	e_x mm²	e_y mm²	I_x cm⁴	W_{x1} cm³	W_{x2} cm³	I_y cm⁴	W_{y1} cm³	W_{y2} cm³
5	220	208	70	70	6	10	16	420	480..620	2021	16	110	1332	121	121	85	53	16
35	220	212	70	70	4	10	11	420	480..620	1367	16	110	921	84	84	59	37	11
36	220	211	70	70	4,5	10	12	420	480..620	1532	16	110	1026	93	93	65	41	12
37	220	206	70	70	7	10	18	420	480..620	2341	17	110	1526	139	139	97	57	18
38	220	204	70	70	8	10	21	420	480..620	2656	17	110	1712	156	156	108	64	20
39	270	256	70	70	7	10	21	420	480..620	2691	15	135	2528	187	187	102	68	19
40	270	256	70	70	7	10	21	500	550..700	2691	15	135	2528	187	187	102	68	19
41	270	254	70	70	8	10	24	420	480..620	3056	15	135	2844	211	211	114	76	21
46	270	254	70	70	8	10	24	500	550..700	3056	15	135	2842	211	211	114	76	21

Welches Rahmenlängsträgerprofil verwendet wird, beschreibt aktuell und verbindlich:

- die Fahrgestellzeichnung
- das technische Datenblatt

des jeweiligen Fahrzeugs, siehe www.manted.de im Bereich ‚Fahrgestelle'.
Tabelle 12 gibt die grundsätzliche typbezogene Verwendung der Rahmenlängsträger zum Stand der Veröffentlichung wieder.

Tabelle 12: Typbezogene Verwendung der Rahmenlängsträgerprofile bei TGL/TGM

Tonnage	Typ	Fahrzeug			Radstand	Profilnummer
TGL 7, 5 t	N01	TGL 7.xxx	4x2	BB	≤ 4200mm	35
					> 4200mm	36
	N11			BL	≤ 4200mm	35
					> 4200mm	36
	N03, N13			BB / BL	alle verfügbaren Radstände nach MANTED	36
TGL 8 t	N02, N03	TGL 8.xxx	4x2	BB		36
	N12, N13			BL		
TGL 10 t	N04, N05	TGL 10.xxx	4x2	BB		5
	N14			BL		
	N15					
	N61			BB-CKD		
TGL 12 t	N04, N05	TGL 12.xxx	4x2	BB		5
	N14			BL		
	N15					
	N61			BB-CKD		
	N61					
TGM 12 t	N16	TGM 12.xxx	4x2	BL		37
	N26			LL		39
TGM 13 t	N34	TGM 13.xxx	4x4	BL		37
	N36					
	N37			BB		38
TGM 15 t	N08	TGM 15.xxx	4x2	BB		39
	N16			BL		37
	N18					39
	N26			LL		
	N63			BL-TIB		37
TGM 18 t	N08	TGM 18.xxx	4x2	BB		39
	N18			BL		
	N28			LL		
	N38		4x4	BB		38
	N62		4x2	BB-CKD		39
	N64		4x4	BB-TIB		38
	N65		4x2	BL-CKD		39
TGM 19 t	N18	TGM 18.xxx	4x2	BL		46
TGM 22 t	N26	TGM 22.xxx	6x2-4	LL		41
TGM 26 t	N44	TGM 26.xxx	6x2-4	LL		41
	N46			BL		
	N48		6x4	BB		40

4.1.1 Hilfsrahmenwerkstoff

Die Werkstoffe S235JR (St37-2) und S260NC (QStE260N) sind aus Festigkeitsgründen nur bedingt geeignet.
Sie sind deshalb nur für Hilfsrahmenlängs- und -querträger zugelassen, die aus dem Aufbau lediglich mit Streckenlasten belastet werden.

Treten Punktlasten auf oder sind Aggregate mit lokaler Krafteinleitung anzubauen wie z.B. Ladebordwände, Kräne, Seilwinden, dann sind in jedem Fall Stahlwerkstoffe mit einer Streckgrenze von $\sigma_{0,2}$ > 350 N/mm² erforderlich.

4.2 Korrosionsschutz

Der Oberflächen- und Korrosionsschutz beeinflusst Lebensdauer und Aussehen des Produkts.
Die Beschichtungsqualität von Aufbauten sollte daher generell dem Niveau des Fahrgestells entsprechen.
Zur Sicherstellung dieser Forderung ist für Aufbauten, welche von MAN in Auftrag gegeben werden,
die **MAN-Werknorm M 3297 „Korrosionsschutz und Beschichtungssysteme für Fremdaufbauten“**
verbindlich anzuwenden. Beauftragt der Kunde den Aufbau, gilt sie als Empfehlung, wobei Nichteinhaltung Gewährleistung durch MAN für die Folgen ausschließt. Bezugsmöglichkeit für MAN-Werknormen besteht über www.normen.man-nutzfahrzeuge.de, Registrierung erforderlich. Korrosionsschutz beim Aufbau siehe auch Kapitel 5.2.

MAN-Fahrgestelle werden in der Serienproduktion mit umweltfreundlichem 2K-Chassisdecklack auf Wasserbasis bei Trocknungstemperaturen bis ca. 80°C beschichtet. Zur Gewährleistung einer gleichwertigen Beschichtung wird bei allen Metallbaugruppen des Aufbaus und des Hilfsrahmens folgender Beschichtungsaufbau vorausgesetzt:

- metallisch blanke bzw. gestrahlte (SA 2,5) Bauteiloberfläche
- Grundierung: 2K-EP-Haftgrund, zugelassen nach MAN-Werknorm M 3162-C oder - falls möglich KTL nach MAN-Werknorm M 3078-2 mit Zinkphosphat-Vorbehandlung
- Decklack: 2K-Decklack nach MAN-Werknorm M 3094 vorzugsweise auf Wasserbasis; falls Einrichtungen hierfür fehlen, auch auf Lösemittelbasis.

Der Spielraum für Trocknungs- bzw. Aushärtungszeiten und -temperaturen ist den jeweiligen Datenblättern des Lackherstellers zu entnehmen. Die Verträglichkeit unterschiedlicher Werkstoffe (z.B. Aluminium und Stahl) ist zu berücksichtigen; so etwa die elektrochemische Spannungsreihe (Ursache von Kontaktkorrosion).

Nach allen Arbeiten am Fahrgestell:

- Bohrspäne entfernen
- Kanten entgraten
- Hohlräume mit Wachs konservieren.

Mechanische Verbindungselemente (z.B. Schrauben, Muttern, Scheiben, Bolzen) die nicht überlackiert werden, sind optimal gegen Korrosion zu schützen.
Zur Vermeidung von Korrosion durch Salzeinwirkung während Standzeiten in der Aufbauphase, sind alle Fahrgestelle nach der Ankunft beim Aufbauhersteller mit Klarwasser von Salzrückständen zu befreien.

4.3 Bohrungen, Niet- und Schraubverbindungen am Rahmen

Nach Möglichkeit sind bereits im Rahmen vorhandene Bohrungen zu verwenden. In die Flansche der Rahmenlängsträgerprofile, also in die Ober- und Untergurte, darf nicht gebohrt werden (siehe Bild 8). Eine Ausnahme hiervon bildet nur das hintere Rahmenende, außerhalb des Bereiches aller für die tragende Funktion der letzten Achse dienlichen und am Rahmen angebrachten Teile (siehe Bild 9). Dies gilt auch für den Hilfsrahmen.

Bild 8: Rahmenbohrungen in Ober- und Untergurt ESC-155

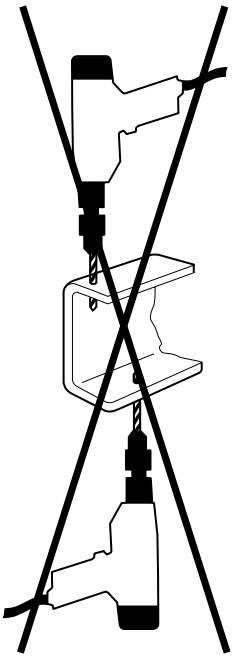
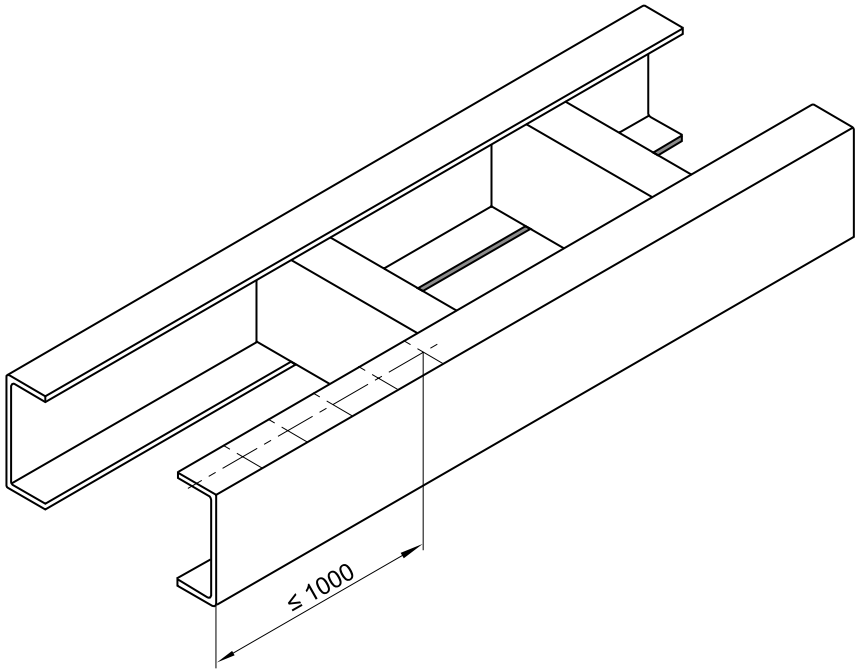
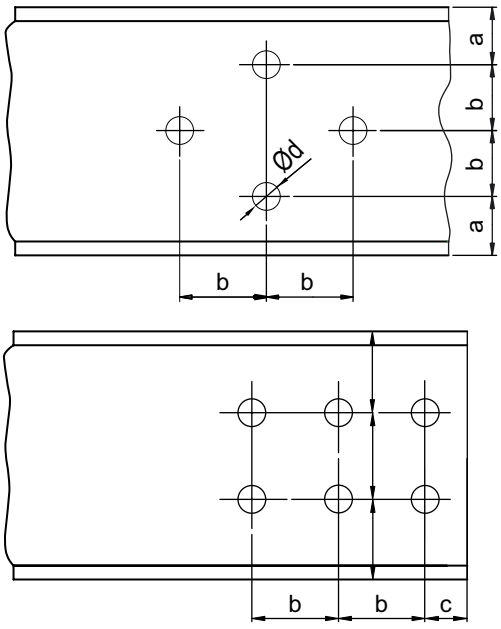


Bild 9: Bohrungen am Rahmenende ESC-032



Rahmenbohrungen sind auf ganzer nutzbarer Rahmenlänge möglich.
Die Einhaltung der zulässigen Bohrungsabstände nach Bild 10 ist jedoch Voraussetzung.
Nach dem Bohren alle Bohrungen reiben und entgraten.

Bild 10: Bohrungsabstände ESC-021

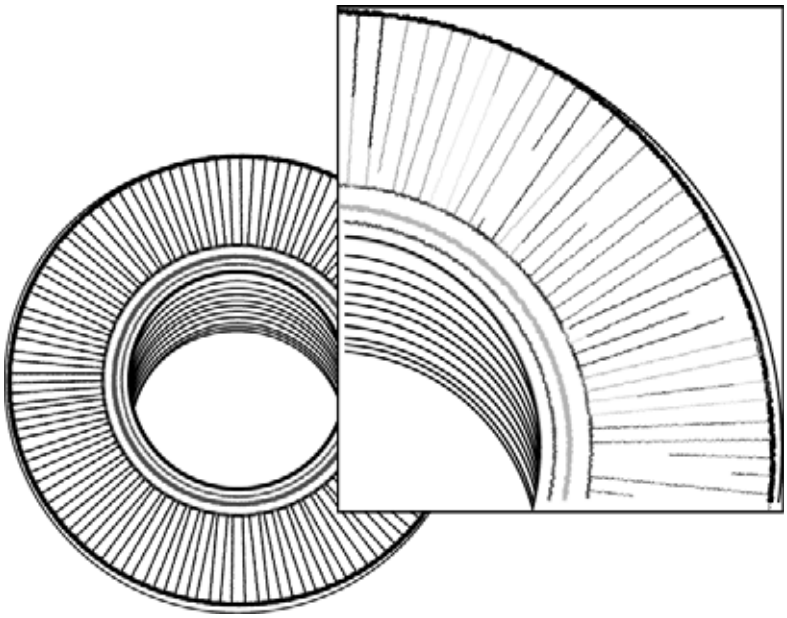


a ≥ 40
b ≥ 50
c ≥ 25
TGL: d ≤ 14
TGM: d ≤ 16

Viele Verbindungen von Rahmenteilen und Anbauteilen am Rahmen (z.B. Knotenbleche mit Querträger, Schubbleche, Brückenwinkel) sind in der Serie genietet. Werden an diesen Teilen nachträglich Veränderungen vorgenommen, so sind Schraubverbindungen mindestens Festigkeitsklasse 10.9 mit mechanischer Losdrehsicherung zulässig. MAN empfiehlt Ripp-Schrauben/ -muttern nach MAN-Norm M 7.012.04 (Bezug siehe www.normen.man-nutzfahrzeuge.de).
Das Anzugsdrehmoment nach Herstellervorgaben ist einzuhalten. Bei Wiedermontage von Ripp-Schrauben sind an der Anzugsseite neue Schrauben bzw. Muttern zu verwenden.

Die Anzugsseite ist durch leichte Spuren an den Rippen im Schrauben- bzw. Mutternflansch zu erkennen (siehe Bild 11).

Bild 11: Spurenbild in den Rippen auf der Anzugsseite ESC-216



Alternativ ist auch die Verwendung von hochfesten Nieten (z.B. Huck®-BOM, Schließringbolzen) mit Verarbeitung nach Herstellervorgaben möglich. Die Nietverbindung muss hinsichtlich Ausführung und Festigkeit mindestens der Schraubverbindung entsprechen. Prinzipiell zulässig sind auch Flanschschrauben.
MAN weist daraufhin, dass Flanschschrauben hohe Anforderungen an die Montagegenauigkeit stellen, dies gilt insbesondere bei geringen Klemmlängen.
Die Verschraubung von homologierten (z.B. Unterfahrschutzeinrichtungen, Verbindungseinrichtungen) oder/und sicherheitsrelevanten Baugruppen (Bremse, Achsen, Achsführung, Federung) darf ausschließlich mit den jeweiligen MAN-Original-Verbindungsmitteln durchgeführt werden.

4.4 Rahmenänderung

4.4.1 Schweißen am Rahmen

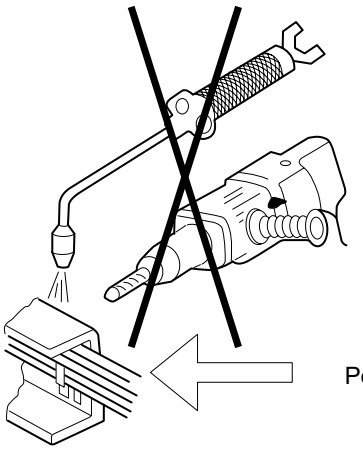
Schweißarbeiten an Rahmen und Achsaufhängungen die nicht in dieser Aufbaurichtlinie oder den MAN-Reparaturanleitungen beschrieben werden, sind generell unzulässig. An bauartgenehmigungspflichtigen Bauteilen (z.B. Verbindungseinrichtungen, Unterfahrschutz) dürfen Schweißarbeiten nur vom Inhaber der Bauartgenehmigung durchgeführt werden. Schweißarbeiten an diesen Bauteilen führen sonst zum Erlöschen der Bauartgenehmigung und können schwere Gefahren für die Verkehrssicherheit zur Folge haben! Schweißarbeiten am Fahrgestell bedürfen besonderer Fachkenntnisse, daher muss das ausführende Unternehmen über entsprechend ausgebildetes, geschultes und qualifiziertes Personal verfügen, welches für die erforderlichen Schweißarbeiten eingesetzt wird (z.B. in Deutschland entsprechend DVS Merkblätter 2510 - 2512 „Instandsetzungsschweißen an Nutzfahrzeugen“, und DVS Merkblatt 2518 „Schweißtechnische Kriterien beim Einsatz von Feinkornstählen im Nutzfahrzeugbau/-reparatur“, (Bezug über DVS-Verlag).Die Rahmen der MAN-Nutzfahrzeuge sind aus hochfesten Feinkornstählen hergestellt. Schweißarbeiten am Rahmen sind nur mit Verwendung des jeweiligen Original-Rahmenwerkstoffs zulässig, siehe Kapitel 4.1. Der eingesetzte Feinkornstahl ist gut schweißgeeignet. Die Schweißverfahren MAG (Metallaktivgasschweißen) bzw. E (Lichtbogenhandschweißen) gewährleisten beim Einsatz qualifizierter Schweißer hochwertige und dauerhafte Schweißverbindungen.

Schweißzusatzwerkstoffe:

Es muss ein geeigneter Schweißzusatzwerkstoff gewählt werden, der mindestens die Streckgrenze sowie die Zugfestigkeit des zu schweißenden Werkstoffs besitzt.

Eine gründliche Vorbereitung der Schweißstelle ist wichtig für das Gelingen einer qualitativ hochwertigen Verbindung. Wärmeempfindliche Teile sind zu schützen oder zu demontieren. Die Verbindungsstellen von Schweißteil am Fahrzeug und Masseklemme am Schweißgerät müssen blank sein; daher Farbe, Korrosion, Öl, Fett, Schmutz usw. entfernen.
Die Schweißung ist grundsätzlich mit Gleichstrom auszuführen, auf die Polarität der Elektroden ist zu achten. Leitungen (Elektrik, Luft) in der Nähe der Schweißstelle sind vor Hitzeeinwirkung zu schützen, besser ist, die Leitungen zu entfernen.

Bild 12: Schutz wärmeempfindlicher Teile ESC-156



Das Schweißen ist zu unterlassen, wenn die Umgebungstemperatur auf einen Wert unter +5°C sinkt.
Schweißarbeiten sind ohne Einbrandkerben durchzuführen (siehe Kehlnähte Bild 13). Risse in der Schweißnaht sind unzulässig.
Verbindungsnähte an den Längsträgern sind als V- oder X-Nähte in mehreren Lagen auszuführen.
Senkrechte Schweißungen sind als Steignähte auszuführen (von unten nach oben siehe Bild 15).

Bild 13: Einbrandkerben ESC-150

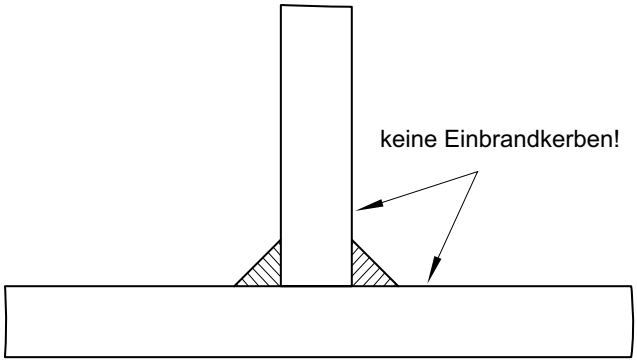


Bild 14: Schweißnahtausführung bei X- und Y-Naht ESC-003

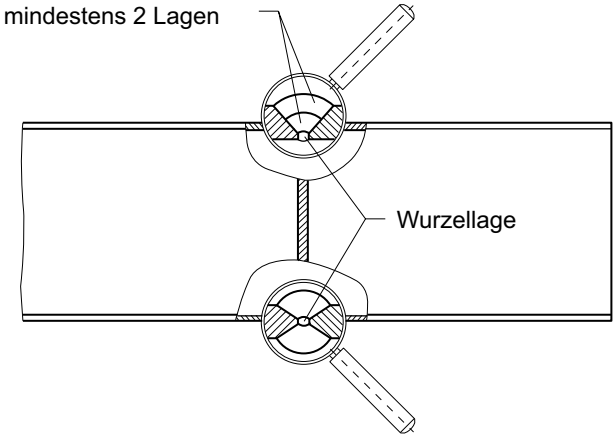
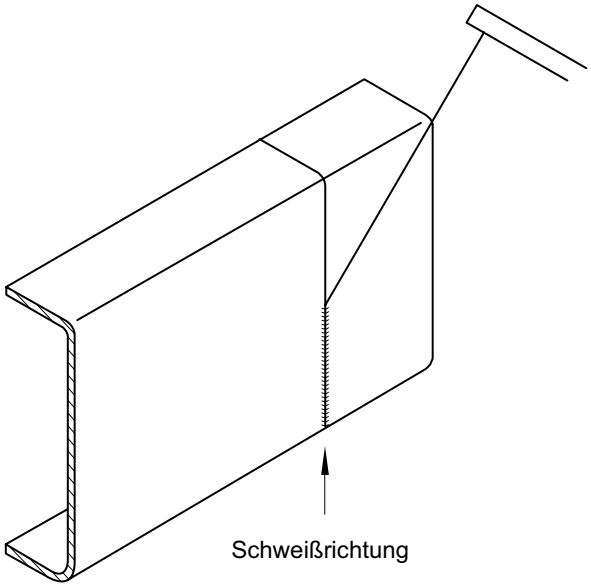


Bild 15: Senkrechte Rahmenschweißung ESC-090



Zur Vermeidung von Schäden an elektronischen Baugruppen (z.B. Generator, Radio, FFR, EBS, EDC, ECAS) ist folgende Vorgehensweise einzuhalten:

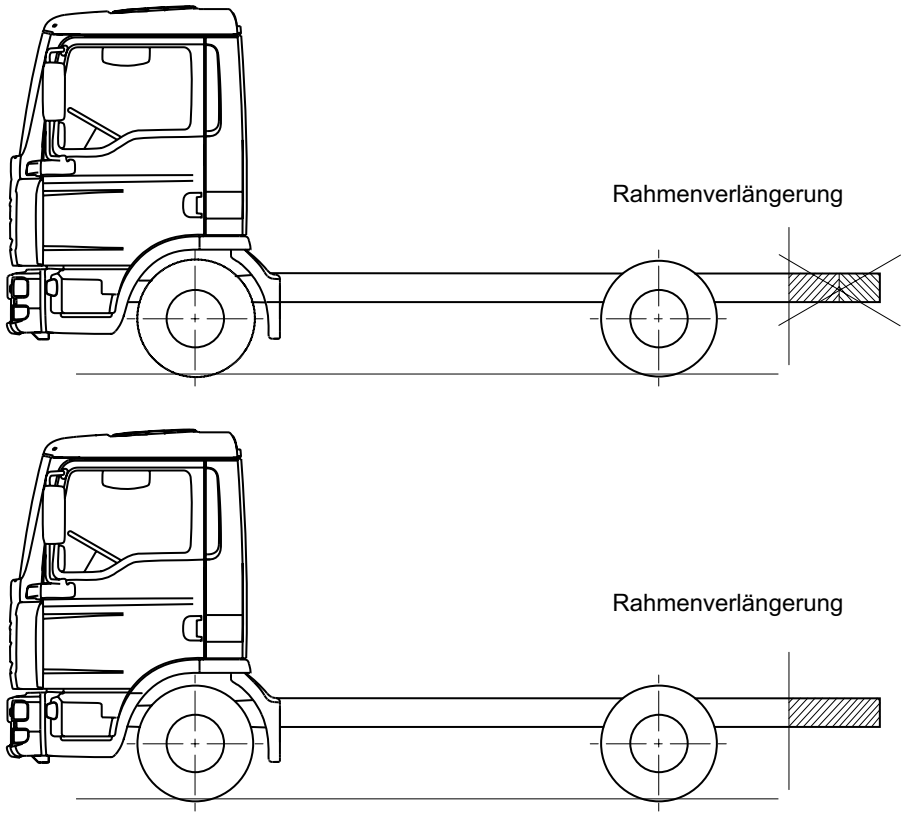
- Minus- und Pluskabel der Batterien abklemmen, lose Enden der Kabel miteinander verbinden (jeweils - mit +)
- Batteriehauptschalter einschalten (mechanischer Schalter) bzw. elektrischen Batteriehauptschalter am Magnet überbrücken (Kabel abklemmen und miteinander verbinden)
- Massezange des Schweißgeräts unmittelbar an der zu schweißenden Stelle gut leitend (s.o.) befestigen
- Werden zwei Teile miteinander verschweißt sind sie miteinander gut leitend zu verbinden (z.B. beide Teile mit der Massezange verbinden)

Elektronische Baugruppen müssen nicht abgeklemmt werden sofern die oben genannten Voraussetzungen genau eingehalten werden.

4.4.2 Rahmenüberhang ändern

Aufgrund eines geänderten hinteren Überhangs verschiebt sich der Schwerpunkt für Nutzlast und Aufbau, damit ändern sich die Achslasten. Ob sich dies im zulässigen Bereich bewegt, kann nur eine Achslastberechnung zeigen, die deshalb unerlässlich ist und vor Beginn der Arbeiten durchgeführt werden muss. Rahmenüberhangsverlängerungen sind nur mit Verwendung des jeweiligen Original-Rahmenwerkstoffs S420MC (= QStE420TM), bzw. bei Rahmenprofil 40 (Typ N48) S500MC (= QStE500TM) zulässig, siehe auch Kapitel 4.1. Eine Verlängerung mit mehreren Profilstücken ist nicht zulässig.

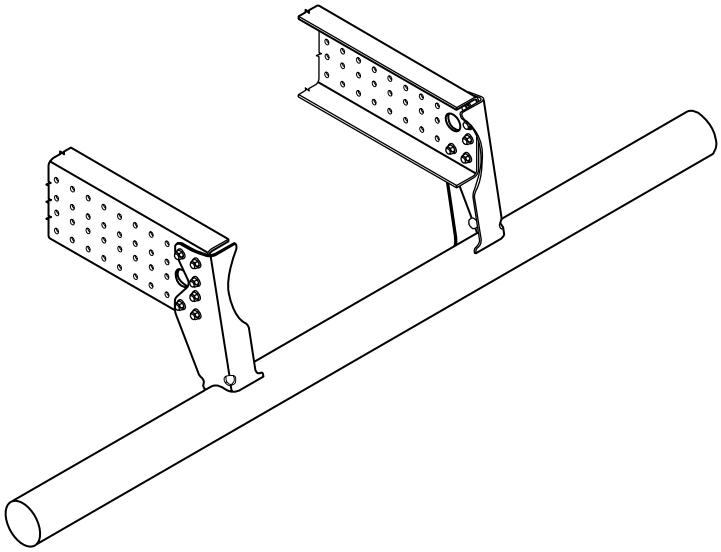
Bild 16: Verlängerung Rahmenüberhang ESC-693



CAN-Kabelstränge dürfen grundsätzlich nicht geschnitten und verlängert werden.
Für Rahmenverlängerungen gibt es bei MAN vorbereitete Kabelstränge für Schlussleuchten, Zusatzschlussleuchten, Anhängersteckdosen, Seitenmarkierungsleuchten und ABS-Kabel.
Eine detaillierte Beschreibung der Vorgehensweise ist im Heft ‚Schnittstellen TG'.

Querträger im Bereich der Hinterachsführung (z.B. zwischen den Hinterfederböcken) sind an Ort und Stelle zu belassen.
Ein zusätzlicher Rahmenquerträger ist dann vorzusehen, wenn der Abstand der Querträger mehr als 1.200 mm beträgt, eine Toleranz von + 100 mm ist zulässig. Beim serienmäßigen Fahrgestell übernimmt der hintere Unterfahrschutz gleichzeitig auch die Funktion des letzten Rahmenquerträgers (nicht bei N48). Ein Schlussquerträger zwischen den Rahmenlängsträgern entfällt, wenn keine Anhängerausrüstung bestellt wird (siehe Bild 17).

Bild 17: Rahmenende ohne Schlussquerträger ESC-692



Rahmenüberhangsverlängerungen oder –verkürzungen im Rahmen der hier beschriebenen Vorgaben (z.B. Querträgerabstand, Überhanglänge) können bei Verwendung des MAN-Unterfahrschutzes ohne Schlussquerträger ausgeführt werden.

Ein Schlussquerträger ist erforderlich bei:

- Anhängerbetrieb, auch bei Kugelkopfkupplung (Befestigung der Steckdose)
- Ladebordwand (wegen Entfall MAN-Unterfahrschutz)
- Hecklasten, Punktlasten (z.B. Transportstapler, Ladekran am Rahmenende).

Wird ein Rahmenüberhang bis zur Achsführung oder Federung gekürzt (z.B. hinterer Federbock, Stabilisatorhalter) müssen dort vorhandene Querträger (in der Regel Rohrquerträger) bleiben oder durch den geeigneten Original-MAN-Schlussquerträger ersetzt werden.

4.4.3 Radstandsänderungen

Für jede Radstandsänderung ist eine Herstellerfreigabe erforderlich. Die Anfragemöglichkeit besteht über das Formular „Anforderung von Bestätigungen“, verfügbar auf www.manted.de oder über Online-Formular für Bestätigungen. Die damit verbundene Parametrierung des Radstands und falls geändert des Rahmenüberhangs wird zusammen mit der Bestätigung durchgeführt.

Radstandsänderungen sind grundsätzlich möglich durch:

- Versetzen des Hinterachsaggregates
- Trennen der Rahmenlängsträger und Einfügen bzw. Herausnehmen eines Rahmenabschnittes.

MAN empfiehlt bei TGL/TGM das Versetzen des Hinterachsaggregates, weil durch ein konsequentes Bohrungsraster mit Abstand 50 mm in den Rahmenlängsträgern nachträgliche Bohrungen oder Zuschweißen von Bohrungen vermieden werden.
Der neue Radstand darf nicht kürzer als der kürzeste und länger als der längste Serienradstand des gleichen Typs nach Typschlüsselnummer (siehe Kapitel 2.2, Tabellen 5 und 6) sein(=„Typlimit“).
Darüber hinausgehende Verkürzungen oder Verlängerungen dürfen nur von MAN Truck & Bus AG oder deren Umbaulieferanten durchgeführt werden.

Der maximale Querträgerabstand beträgt auch nach einer Radstandsveränderung 1.200 mm, eine Toleranz von + 100 mm ist zulässig.
Der Umbau des Gelenkwellenstrangs ist nach diesen Aufbaurichtlinien siehe Kapitel 4.6.3.1 und den Richtlinien der Gelenkwellenhersteller durchzuführen. Entspricht der neue Radstand einem Serienradstand, dann ist die Gelenkwellen- und Querträgeranordnung wie beim Serienradstand auszuführen.
Bezüglich Verlegung von Luft- und Elektroleitungen gilt Kapitel 6. ‚Elektrik, Elektronik, Leitungen’.
CAN-Kabelstränge dürfen nicht geschnitten werden, deshalb bei Radstandsverkürzungen einen längeren Weg wählen, keine Ringe und keine Schleifen legen. Für Radstandsverlängerungen sind hinterachsbezogene Steuergeräte und Sensoren mit der Achse zu versetzen, deshalb gibt es für alle hinterachsbezogenen Geräte und Sensoren Adapterkabelstränge. Systematik, Methode und Sachnummern sind im Heft ‚Schnittstellen TG’ ausführlich beschrieben.

Radstandsänderung mit Schweißen:
Die Vorgaben zum Schweißen in diesen Aufbaurichtlinien (siehe Kapitel 4.4.1) sind unbedingt zu beachten. Für einzufügende Rahmenteile z.B. Längsträger ist der Original Rahmenwerkstoff zu verwenden. Rahmenwerkstoffe siehe Kapitel 4.1.
Es wird empfohlen die Rahmenlängsträger auf 150°C – 200°C vorzuwärmen.

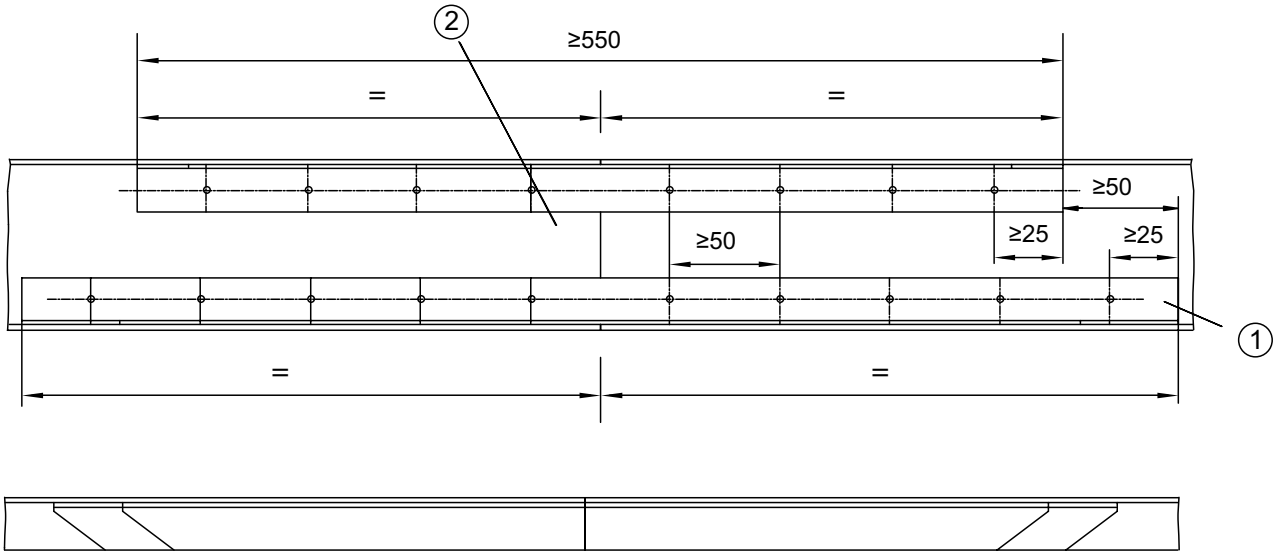
Keine Rahmentrennung darf vorgenommen werden im Bereich der:

- Lasteinleitungsstellen aus dem Aufbau
- Lasteinleitungsstellen aus der Achsführung und Federung (z.B. Federböcke, Lenkerbefestigung), Mindestabstand 100 mm
- Getriebeaufhängung, Motoraufhängung.

TGL/TGM haben zwischen Fahrerhaus und Rahmenende einen gerade durchgehenden Rahmen ohne Kröpfung, eine gut geeignete Stelle für eine Schweißnaht ist bei jedem Radstand zu finden (Ausnahme Typ N48, hier ist ein gekröpfter Rahmen verbaut, siehe Fahrgestellzeichnung).

Schweißnähte in Fahrzeuglängsrichtung sind nicht erlaubt!
Rahmenschweißnähte sind gemäß Bild 18 bzw. Bild 19 mit Einlagen zu sichern.

Bild 18: Einlagen bei Radstandsverkürzung ESC-012



1. Im Bereich der Winkeleinlagen vorhandene Rahmenbohrungen mitverwenden. Bohrungsabstände ≥ 50, Radabstände ≥ 25

2. Bei anliegenden Teilen Schweißnaht eingeebnet.
Schweißnaht nach Bewertungsgruppe BS, DIN 8563, Teil. 3

3. Gleichschenklige Profile verwenden.
Breite (a) wie Rahmenbreite (b), Toleranz -5mm.
Dicke wie Rahmendicke, Toleranz -1mm. Werkstoff min. S355J2G3(St.52-3)

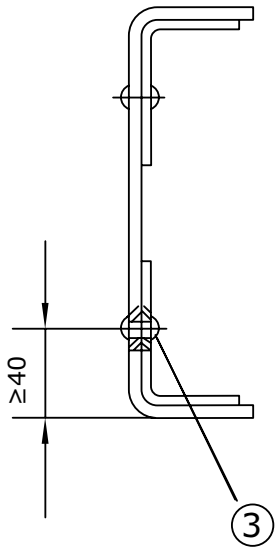
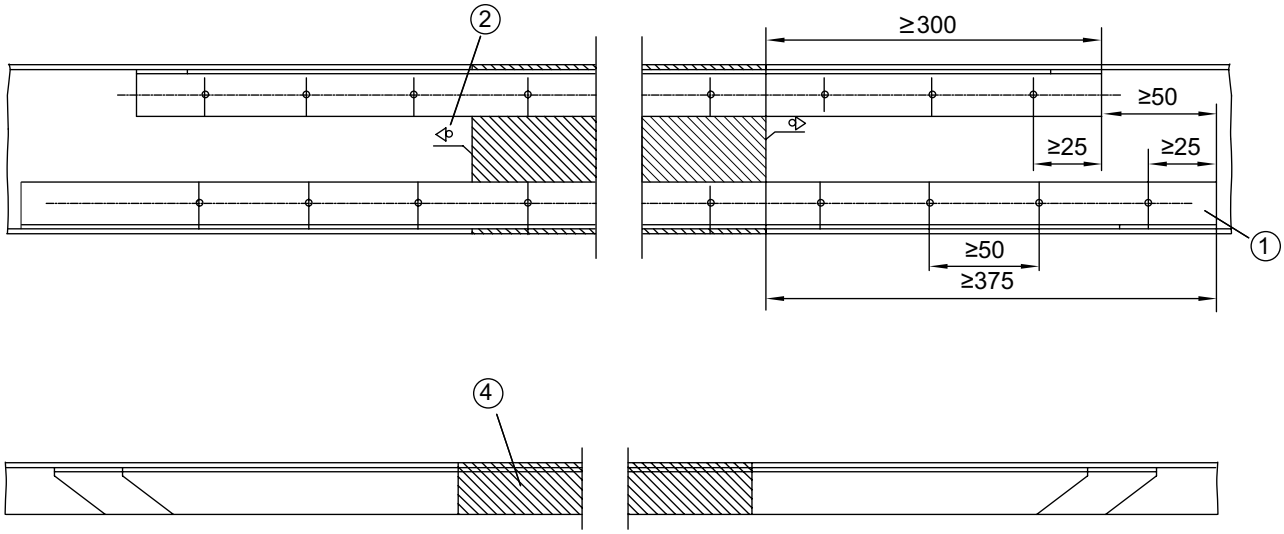


Bild 19: Einlagen bei Radstandsverlängerung ESC-013

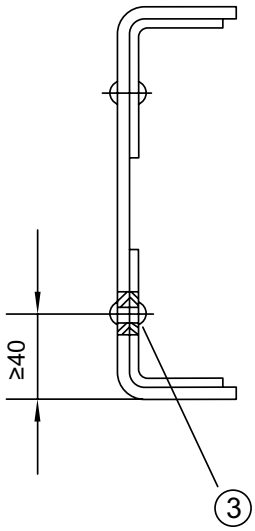


(1) Im Bereich der Winkeleinlagen vorhandene Rahmenbohrungen mitverwenden.
Winkeleinlagen durchgehend aus einem Stück.
Bohrungsabstände ≥ 50, Radabstände ≥ 25

(2) Bei anliegenden Teilen Schweißnaht eingeebnet.
Schweißnaht nach Bewertungsgruppe BS, DIN 8563, Teil. 3

(3) Gleichschenklige Profile verwenden.
Breite (a) wie Rahmenbreite (b), Toleranz -5mm.
Walzprofil nicht zulässig.
Dicke wie Rahmendicke, Toleranz -1mm. Werkstoff min. S355J2G3(St.52-3)

(4) Radstandsverlängerung mittels eingesetztem Rahmenlängsträgerstück.
Werkstoff nach Aufbaurichtlinie Rahmenprofiltabelle.
Max. Rahmenlängsträgerabstand nach Aufbaurichtlinie beachten.



4.5 Nachträglicher Einbau von Zusatzaggregaten, Anbauteilen und Zubehör

Der Hersteller eines Aggregats, Anbau- oder Zubehörteil muss den Einbau mit MAN abstimmen, der nachträgliche Einbau bedingt meist Eingriffe in den CAN-Verbund der Steuergeräte (z.B. Erweiterung des elektronischen Bremssystems EBS). Dies macht immer auch eine Erweiterung der Fahrzeugparametrierung erforderlich. Nachgerüstete Systeme werden unter Umständen nicht in die fahrzeugeigenen Trucknology®-Systeme „Zeitwartungssystem“ bzw. „Flexibles Wartungssystem“ aufgenommen. Aus diesen Gründen kann bei nachgerüsteten Originalteilen nicht mit demselben Wartungskomfort, wie bei der Erstausstattung gerechnet werden. Eine nachträgliche Änderung bzw. Erweiterung der Parametrierung kann nur mit Hilfe der zuständigen MAN-Servicestelle und der MAN-Freigabe der Programme erfolgen. Deshalb sind Einbauten schon bei Planung der Maßnahme mit MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) abzustimmen. Dort wird geprüft, ob die geplante Maßnahme durchführbar ist, weshalb zu einem Freigabeverfahren vollständige und prüffähige Unterlagen gehören. MAN übernimmt keinesfalls die Konstruktionsverantwortung oder die Verantwortung über die Folgen für nicht genehmigte nachträgliche Einbauten.

Auflagen in diesen Richtlinien und in Genehmigungen sind einzuhalten. Freigaben, Gutachten und Unbedenklichkeitsbescheinigungen, die durch Dritte erstellt wurden (z.B. Prüfinstitute), bedeuten nicht die automatische Freigabe durch MAN.

MAN kann Freigaben versagen, obwohl durch Dritte die Unbedenklichkeit bescheinigt wurde. Wenn nicht anders vereinbart, bezieht sich eine Freigabe nur auf den Einbau selbst. Eine erfolgte Genehmigung bedeutet nicht, dass MAN das Gesamtsystem hinsichtlich Festigkeit, Fahrverhalten usw. überprüft hat und die Gewährleistung übernimmt. Die Verantwortung hierfür liegt bei der durchführenden Firma. Durch den nachträglichen Einbau von Aggregaten können sich die technischen Daten des Fahrzeugs ändern. Für die Ermittlung und Weitergabe dieser neuen Daten ist der jeweilige Hersteller bzw. Händler/ Importeur verantwortlich.

4.5.1 Zusätzliche oder größere Kraftstoffbehälter nach Werksauslieferung

Kraftstoff wird je nach Land – auch innerhalb der EU – unterschiedlich hoch besteuert.
Werden nach der Werksauslieferung des Herstellerwerks größere oder zusätzliche Kraftstoffbehälter montiert, unterliegt das zusätzliche Tankvolumen durch einen Grenzübertritt der Mineralölsteuer des Einfuhrgebiets.

Steuerfrei verbracht werden können nur Kraftstoffe in sogenannten „Hauptbehältern“ (und Kraftstoffe in Reservebehältern bis zur Gesamtmenge von 20 Litern). Hauptbehälter sind die Kraftstoffbehälter mit denen das Fahrzeug ab Werk ausgeliefert wurde, nicht jedoch Kraftstoffbehälter die nachträglich z.B. vom Aufbauhersteller oder von Werkstätten angebaut werden.

4.6 Gelenkwellen

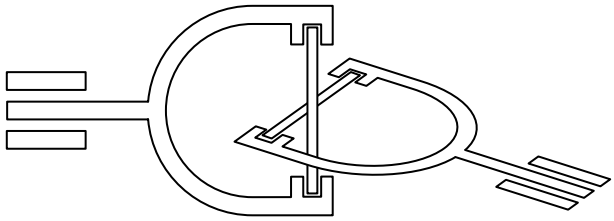
Im Verkehrs- oder Arbeitsbereich von Personen angeordnete Gelenkwellen müssen verkleidet oder verdeckt sein.

Abhängig von der lokalen Gesetzgebung im Einsatzland kann die Montage eines Fangseils oder Fangbügels für die Gelenkwelle erforderlich sein.

4.6.1 Einfachgelenk

Wird ein einfaches Kardan-, Kreuz- oder Kugelgelenk (siehe Bild 20) in gebeugtem Zustand gleichförmig gedreht, so ergibt sich an der Abtriebsseite ein ungleichförmiger Bewegungsablauf. Diese Ungleichförmigkeit wird vielfach als Kardanfehler bezeichnet.
Der Kardanfehler verursacht sinusähnliche Schwankungen der Drehzahl auf der Abtriebsseite.
Die Abtriebswelle eilt der Antriebswelle vor und nach. Entsprechend der Vor- und Nacheilung schwankt trotz konstantem Eingangsdrehmoment und Eingangsleistung das Ausgangsdrehmoment der Gelenkwelle.

Bild 20: Einfachgelenk ESC-074



Aufgrund dieser bei jeder Umdrehung zweimal vorhandenen Beschleunigung und Verzögerung kann diese Gelenkwellenbauart und -anordnung nicht für den Anbau an einen Nebenabtrieb zugelassen werden.
Das Einfachgelenk ist nur dann vorstellbar, wenn einwandfrei nachgewiesen wird, dass aufgrund von:

- Massenträgheitsmoment
- Drehzahl
- Beugewinkel

die Schwingungen und Belastungen von untergeordneter Bedeutung sind.

4.6.2 Gelenkwelle mit zwei Gelenken

Die Ungleichförmigkeit des einfachen Gelenks ist durch Verbinden von zwei einfachen Gelenken zu einer Gelenkwelle ausgleichbar.
Es gelten jedoch für einen vollkommenen Bewegungsausgleich folgende Bedingungen:

- gleiche Beugewinkel an beiden Gelenken, also $ß_1 = ß_2$
- die beiden inneren Gelenkgabeln müssen in einer Ebene liegen
- An- und Abtriebswelle müssen ebenfalls in einer Ebene liegen, siehe Bild 21 und Bild 22.

Alle drei Bedingungen müssen immer gleichzeitig erfüllt sein, damit ein Ausgleich des Kardanfehlers möglich ist.
Diese Bedingungen liegen bei den so genannten Z- und W-Anordnungen vor (siehe Bilder 21 und 22).
Die bei Z- oder W-Anordnung vorhandene gemeinsame Beugeebene darf um die Längsachse beliebig verdreht sein.
Die W-Anordnung ist in der Praxis zu vermeiden.
Eine Ausnahme bildet die räumliche Gelenkwellenanordnung, siehe Bild 23.

Bild 21: W-Anordnung der Gelenkwelle ESC-075

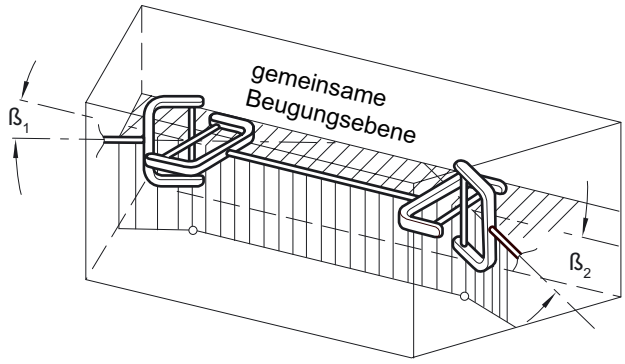
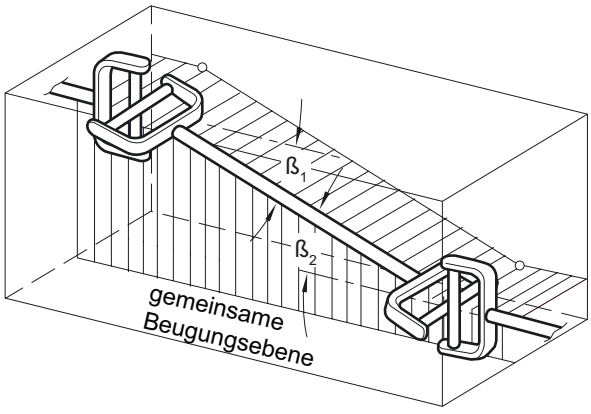


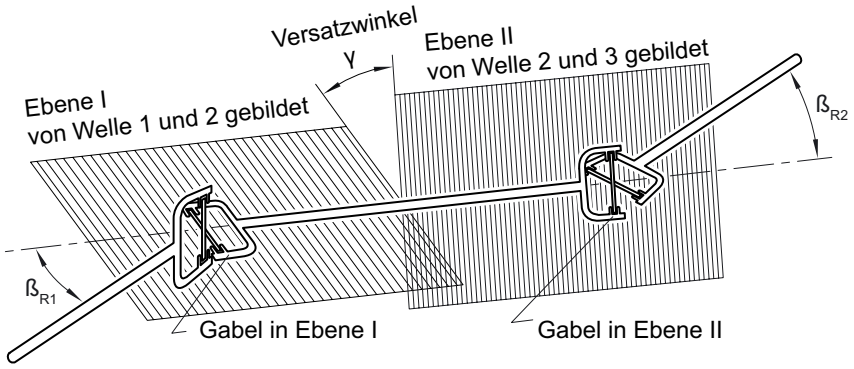
Bild 22: Z-Anordnung der Gelenkwelle ESC-076



4.6.3 Räumliche Gelenkwellenanordnung

Eine räumliche Anordnung liegt immer dann vor, wenn An- und Abtriebswelle nicht in einer Ebene liegen. An- und Abtriebswelle kreuzen sich räumlich versetzt. Eine gemeinsame Ebene ist nicht vorhanden, deshalb ist zum Ausgleich der Drehzahlschwankungen ein Versatz der inneren Gelenkgabeln um den Winkel „γ“ erforderlich (siehe Bild 23).

Bild 23: Räumliche Gelenkwellenanordnung ESC-077



Es folgt weiterhin die Bedingung, dass der räumliche resultierende Winkel $ß_{R1}$ an der Eingangswelle genauso groß sein muss wie der räumliche Winkel $ß_{R2}$ an der Ausgangswelle.

Also:

$$ß_{R1} = ß_{R2}$$

Es bedeuten:

$ß_{R1}$ = räumlich resultierender Winkel der Welle 1
$ß_{R2}$ = räumlich resultierender Winkel der Welle 2.

Der räumlich resultierende Beugewinkel $ß_R$ ergibt sich aus der vertikalen und horizontalen Beugung der Gelenkwellen und errechnet sich zu:

Formel 8: Räumlich resultierender Beugewinkel

$$\tan^2 ß_R = \tan^2 ß_v + \tan^2 ß_h$$

Der nötige Versatzwinkel γ ergibt sich aus den Horizontal- und Vertikalbeugungswinkeln beider Gelenke:

Formel 9: Versatzwinkel γ

$$\tan \gamma_1 = \frac{\tan ß_{h1}}{\tan ß_{\gamma 1}}; \quad \tan \gamma_2 \frac{\tan ß_{h2}}{\tan ß_{\gamma 2}}; \quad \gamma = \gamma_1 + \gamma_2$$

Es bedeuten:

$ß_R$ = räumlich result. Beugewinkel
$ß_\gamma$ = vertikaler Beugewinkel
$ß_h$ = horizontaler Beugewinkel
γ = Versatzwinkel.

Anmerkung:

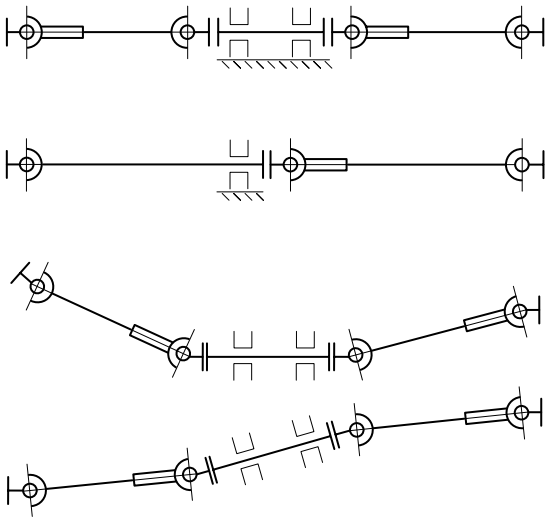
Da bei räumlicher Beugung der Gelenkwelle mit zwei Gelenken lediglich die Forderung nach gleichen räumlich resultierenden Beugewinkeln besteht, können theoretisch aus der Kombination der vertikalen und horizontalen Beugewinkel unendlich viele Anordnungsmöglichkeiten gebildet werden.

Wir empfehlen bei der Bestimmung des Versatzwinkels einer räumlichen Gelenkwellenanordnung die Hersteller zu Rate zu ziehen.

4.6.3.1 Gelenkwellenstrang

Sind aus konstruktiven Gründen größere Längen zu überbrücken, so können Gelenkwellenstränge aus zwei oder mehr Wellen verwendet werden. In Bild 24 sind Grundformen von Gelenkwellensträngen dargestellt, in denen die Stellung der Gelenke und Mitnehmer zueinander willkürlich angenommen wurde. Mitnehmer und Gelenke sind aus kinematischen Gründen aufeinander abzustimmen. Die Gelenkwellenhersteller sind bei der Auslegung anzusprechen.

Bild 24: Gelenkwellenstrang ESC-078

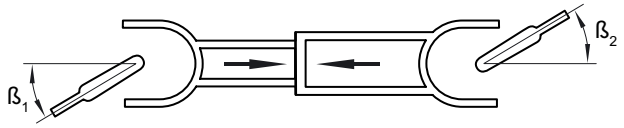


4.6.3.2 Kräfte im Gelenkwellensystem

Beugewinkel in Gelenkwellensystemen bringen zwangsläufig zusätzliche Kräfte und Momente mit sich. Unterliegt eine ausziehbare Gelenkwelle während einer Momentübertragung einer Längsverschiebung, so treten weitere zusätzliche Kräfte auf.

Durch Auseinandernehmen der Gelenkwelle, Verdrehen der beiden Gelenkwellenhälften und anschließendes Zusammenstecken wird die Ungleichförmigkeit nicht ausgeglichen, sondern eher verstärkt. Durch dieses „Probieren“ können Schäden an Gelenkwellen, Lager, Gelenk, Keilwellenprofil und Aggregaten entstehen. Daher sind unbedingt die Markierungen an der Gelenkwelle zu beachten.
Diese müssen nach der Montage gegenüberliegen (siehe Bild 25).

Bild 25: Markierung an der Gelenkwelle ESC-079



Vorhandene Wuchtbleche nicht entfernen und Gelenkwellenteile nicht vertauschen, da sonst wieder Unwucht entsteht.
Bei Verlust eines Wuchtbleches oder Austausch von Gelenkwellenteilen ist die Gelenkwelle auszuwuchten.
Trotz gewissenhafter Auslegung eines Gelenkwellensystems können Schwingungen auftreten, die zu Schäden führen können, wenn die Ursache nicht beseitigt wird. Durch geeignete Maßnahmen wie z.B. Einbau von Dämpfern, Verwendung von Gleichlaufgelenken oder auch Änderung des gesamten Gelenkwellensystems und der Massenverhältnisse ist unbedingt Abhilfe zu schaffen.

4.6.4 Änderung der Gelenkwellenanordnung im Triebstrang von MAN-Fahrgestellen

Änderungen am Gelenkwellensystem werden durch Aufbauhersteller in der Regel durchgeführt bei:

- nachträglichen Radstandsänderungen
- Anbau von Pumpen am Gelenkwellenflansch des Nebenabtriebs.

Dabei ist zu beachten, dass:

- der maximale Beugewinkel jeder Kardanwelle des Triebstrangs im beladenen Zustand in jeder Ebene höchstens 7° betragen darf.
- bei Verlängerung von Gelenkwellen eine Neuauslegung des gesamten Gelenkwellenstrangs durch einen Gelenkwellenhersteller erforderlich ist.
- Änderungen an der Gelenkwelle wie z.B. Verlängerungen nur von autorisierten Werkstätten durchgeführt werden dürfen.
- vor Einbau jede Gelenkwelle auszuwuchten ist.
- ein einseitiges Hängenlassen der Gelenkwelle beim Ein- oder Ausbauen zu Schäden an den Gelenken führen kann.
- ein Freiraum von mindestens 30mm eingehalten werden muss

Bei der Beurteilung des Mindestfreiraums ist auch ein Anheben des Fahrzeugs, das damit verbundene Ausfedern der Achsen und die sich dadurch ändernde Lage der Gelenkwellen zu berücksichtigen.

4.7 Änderung der Radformel

Unter Änderung der Radformel ist zu verstehen:

- Einbau zusätzlicher Achsen
- Ausbau von Achsen
- Federungsart ändern (z.B. von Blattfederung auf Luftfederung)
- nicht gelenkte Achsen lenkbar machen

Radformeländerungen sind verboten.
Diese Umbauten werden ausschließlich von MAN Truck & Bus AG und ihren Lieferanten vorgenommen.

4.7.1 Sicherheitsrelevante Baugruppen

Eingriffe und Änderungen an Teilen der:

- Achsführung (z.B. an Lenkern)
- Lenkung (z.B. an Lenkhebeln)
- Federung (z.B. Stabilisatoren)
- und des Bremssystems
- sowie deren Halterungen und Befestigungen sind nicht erlaubt.

Teile der Federung oder Federblätter dürfen nicht abgeändert oder entfernt werden. Blattfedern dürfen nur als komplettes Ersatzteil und paarweise (links und rechts) getauscht werden.

4.8 Verbindungseinrichtungen

4.8.1 Grundlagen

Soll der Lkw Lasten ziehen, muss die notwendige Ausrüstung vorhanden und zugelassen sein.
Die Erfüllung der vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Mindestmotorleistung und/ oder der Einbau der richtigen Anhängekupplung geben noch keine Gewähr dafür, dass der Lkw zum Ziehen von Lasten geeignet ist. Rückfragen bei MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) sind dann notwendig, wenn das serienmäßige oder ab Werk zugelassene Zuggesamtgewicht geändert werden soll.
Beim Rangieren darf keine Kollision mit dem Anhänger eintreten, daher genügend Deichsellänge wählen.
Die Vorschriften im Zusammenhang mit Verbindungseinrichtungen sind zu beachten (EU: 94/20/EG und national).
Die erforderlichen Freiraummaße sind zu berücksichtigen (in Deutschland nach DIN 74058 u. EG-Richtlinie 94/20/EG).
Grundsätzlich ist der Aufbauhersteller verpflichtet, den Aufbau so zu gestalten und aufzubauen, dass eine ungehinderte und ungefährdete Bedienung bzw. Überwachung des Kuppelvorganges möglich ist.
Die Freigängigkeit der Anhängerdeichsel muss gewährleistet sein. Bei seitlichem Anbau von Kupplungsköpfen und Steckdosen (z.B. am Schlussleuchtenhalter der Fahrerseite) ist vom Anhängerhersteller und vom Betreiber besonders auf ausreichende Leitungslängen für Kurvenfahrt zu achten.

Bild 26: Freiraum für Anhängekupplungen nach 94/20/EG ESC-006

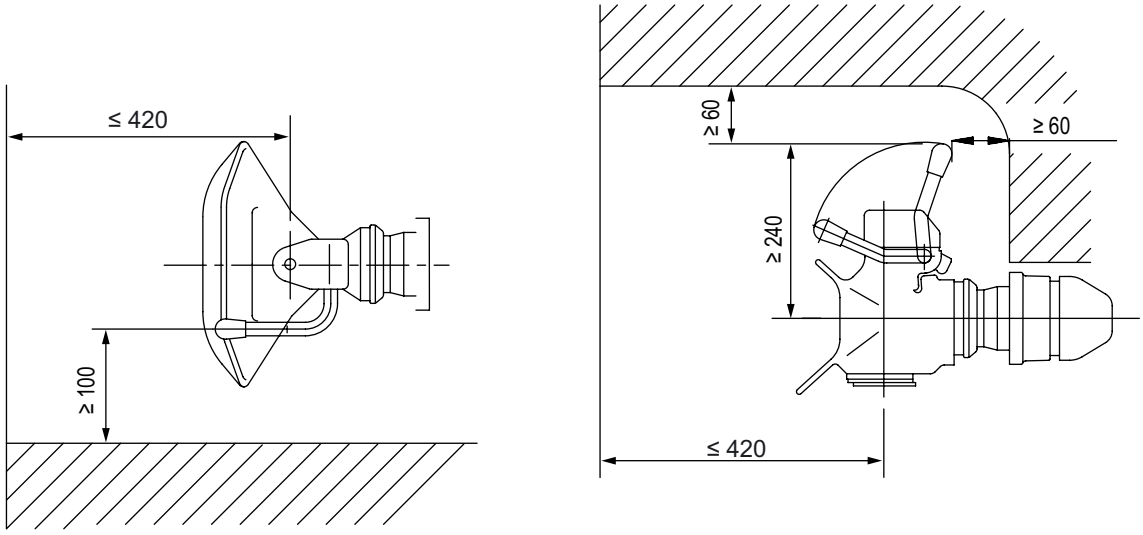
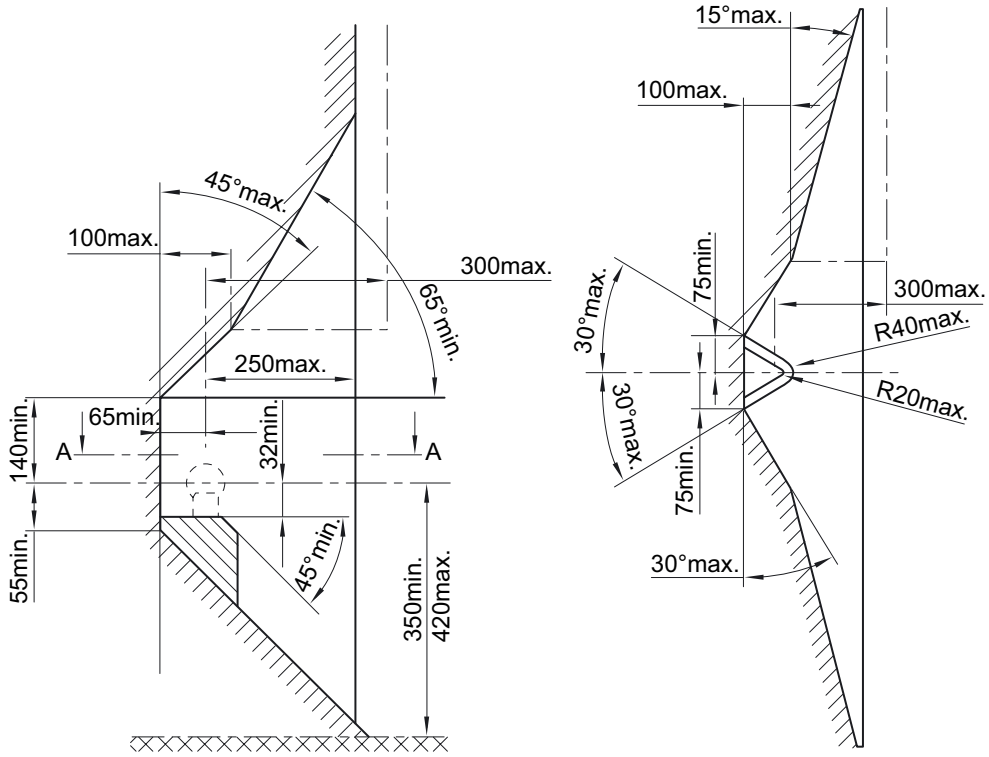


Bild 27: Freiraum für Anhängekupplungen nach DIN 74058 ESC-152



Für den Anbau von Anhängekupplungen sind MAN-Schlussquerträger einschließlich der zugehörigen Verstärkungsplatten zu verwenden. Schlussquerträger haben ein für die dazugehörige Anhängekupplung passendes Lochbild.
Dieses Lochbild darf zum Anbau einer anderen Anhängekupplung keinesfalls geändert werden.
Angaben der Kupplungshersteller in deren Einbaurichtlinien sind einzuhalten (z.B. Anzugsmomente und deren Prüfung).
Das Tiefersetzen der Anhängekupplung ohne gleichzeitiges Tiefersetzen des Schlussquerträgers ist nicht zulässig!
Beispiele des Tiefersetzens sind in Bild 28 und Bild 29 dargestellt.
Die Beispiele sind bewusst schematisch dargestellt, sie stellen keine Konstruktionsanweisung dar.
Die Konstruktionsverantwortung liegt beim jeweiligen Auf-/ Umbauer.

Bild 28: Tiefergesetzte Anhängekupplung ESC-515

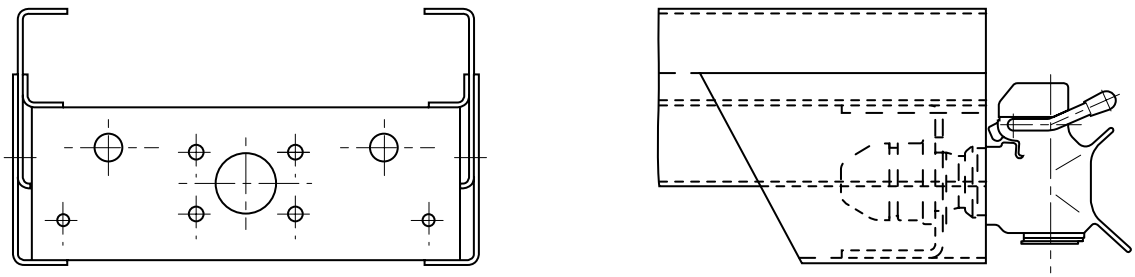
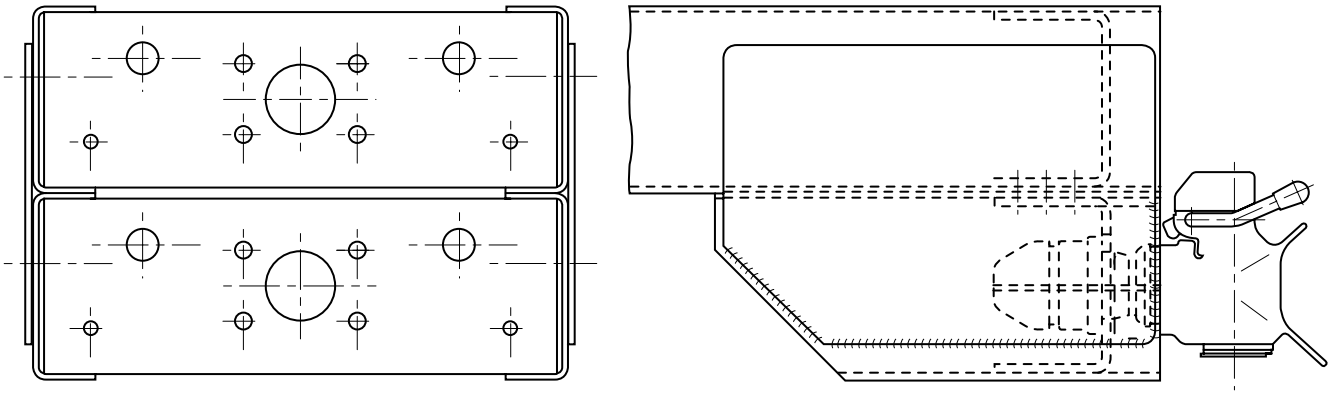


Bild 29: Unter den Rahmen gesetzte Anhängekupplung ESC-542



4.8.2 Anhängekupplung, D-Wert

Eine ausführliche Herleitung von D-Wert und - für Starrdeichselanhänger- D_C- und V-Wert ist im Heft ‚Verbindungseinrichtungen TG' und – mit Beispielen – im Kapitel ‚Berechnungen' zu finden.

4.9 Sattelzugmaschinen und Änderung der Fahrzeugart LKW / Sattelzugmaschine

Für den Umbau Lkw in Sattelzugmaschine ist eine Änderung der Fahrzeugparametrierung der EBS-Bremse erforderlich.
Der Umbau vom TGL- oder TGM Fahrgestell zur Sattelzugmaschine darf nur von MAN Truck & Bus AG oder ihren Umbaulieferanten durchgeführt werden.

4.10 Fahrerhausänderungen

4.10.1 Allgemeines

Eingriffe in die Fahrerhausstruktur (z.B. Ein-/ Ausschnitte, Änderungen der Tragstruktur einschließlich der Sitze und Sitzbefestigungen, Fahrerhausverlängerung) sowie Änderungen der Fahrerhauslagerung und -kippeinrichtung sind verboten.
Diese Umbauten werden ausschließlich von MAN Truck & Bus AG und ihren qualifizierten Umbaulieferanten vorgenommen.

4.10.2 Spoiler, Dachaufbauten, Dachlaufsteg

Der nachträgliche Aufbau eines Dachspoilers oder eines Aero-Paketes ist möglich. Original-MAN-Spoiler und Aero-Pakete können auch über den Ersatzteildienst zum nachträglichen Aufbau bezogen werden, deren Zeichnungen sind im Bereich Fahrerhaus von MANTED® abrufbar. Beim nachträglichen Anbau auf dem Fahrerhausdach dürfen ausschließlich die hierfür vorgesehenen Befestigungspunkte verwendet werden.

Befestigungen auf Fahrerhausdächern

Bild 30a: LX-Fhs (L/R37) ESC-506c

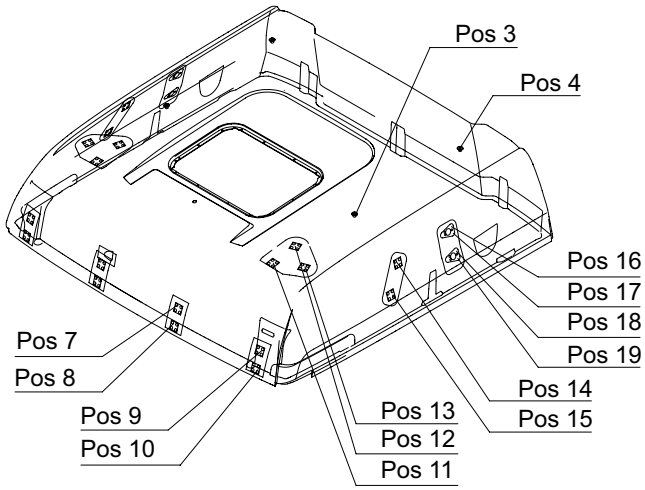


Bild 30b: L-Fhs (L/R32) ESC-506d

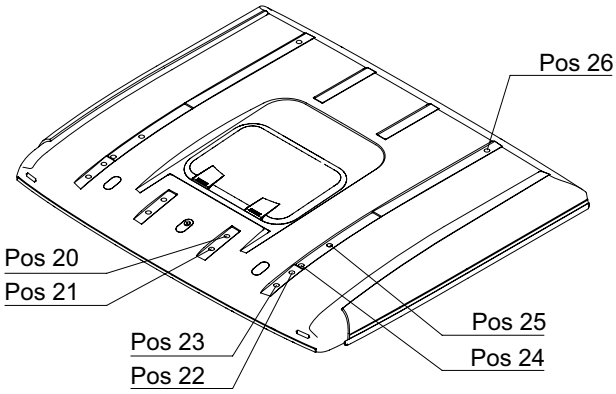


Bild 30c: C-Fhs (L/R 10-12) ESC-506f

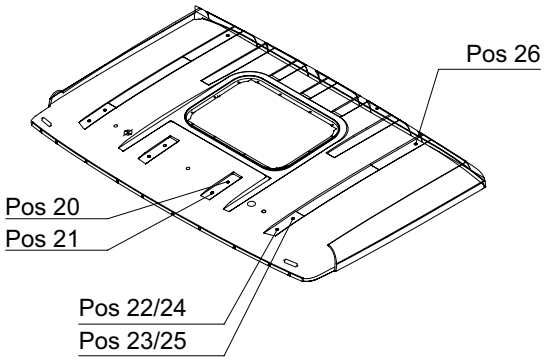


Tabelle 13: Befestigungspunkte auf Fahrerhausdächern

	Position	Schraube / Bohrung	Anzugsmoment
Dachspoiler bei Kunststoffhochdach	3/3a 4/4a	M8	20 Nm
Dachspoiler bei Stahldach	24/24a 25/25a 26/26a	M8	20 Nm
Sonnenblende bei Stahldach	20/20a 21/21a 22/22a 23/23a	M8	20 Nm
Sonnenblende bei Kunststoffhochdach	7/7a 8/8a 9/9a 10/10a	St 6,3 / Ø 5,5 mm	10 Nm
Drucklufthorn bei Kunststoffhochdach	14/14a 15/15a 16/16a 17/17a 18/18a 19/19a	St 6,3 / Ø 5,5 mm	10 Nm
Rundumkennleuchte bei Kunststoffhochdach	11/11a 12/12a 13/13a	St 6,3 / Ø 5,5 mm	10 Nm

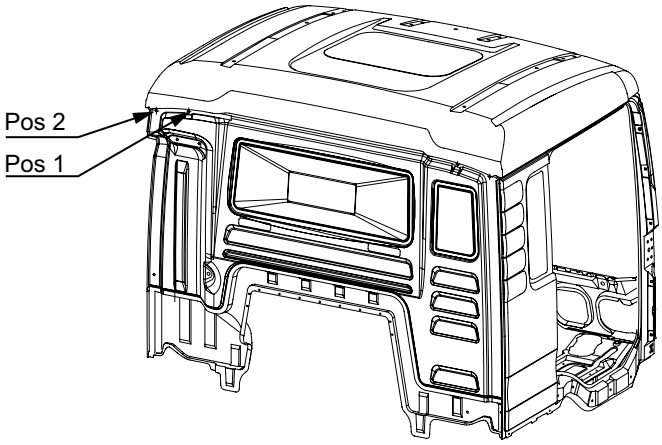
- Bohrungsbezeichnung „a“ symmetrisch zu y = 0
- maximale Belastung je Schraube: 5 kg
- maximale Dachlast: 30 kg
- Verschraubung über 3 versetzte Punkte (nicht auf einer Linie)
- Schwerpunkt der Dachaufbauten max. 200 mm über Anschraubebene
- Bohrungen im Kunststoffhochdach (einlaminierte Bleche):
  - Bohrungsachse normal zur Fläche
  - Lage der Bohrung ± 2 mm gemessen zur Fläche
  - Bohrungstiefe 10 mm + 2 mm

Informationen zum Anbau eines Dachlaufstegs:

Tabelle 14: Zusatzbefestigung Laufsteg

	Position	Schraube / Bohrung	Anzugsmoment
Laufsteg auf Rückwand (alle Fahrerhäuser)	1/1a 2/2a	M8 / Ø 11,2 mm	20 Nm

Bild 30d: Zusatzbefestigung Laufsteg ESC-506e



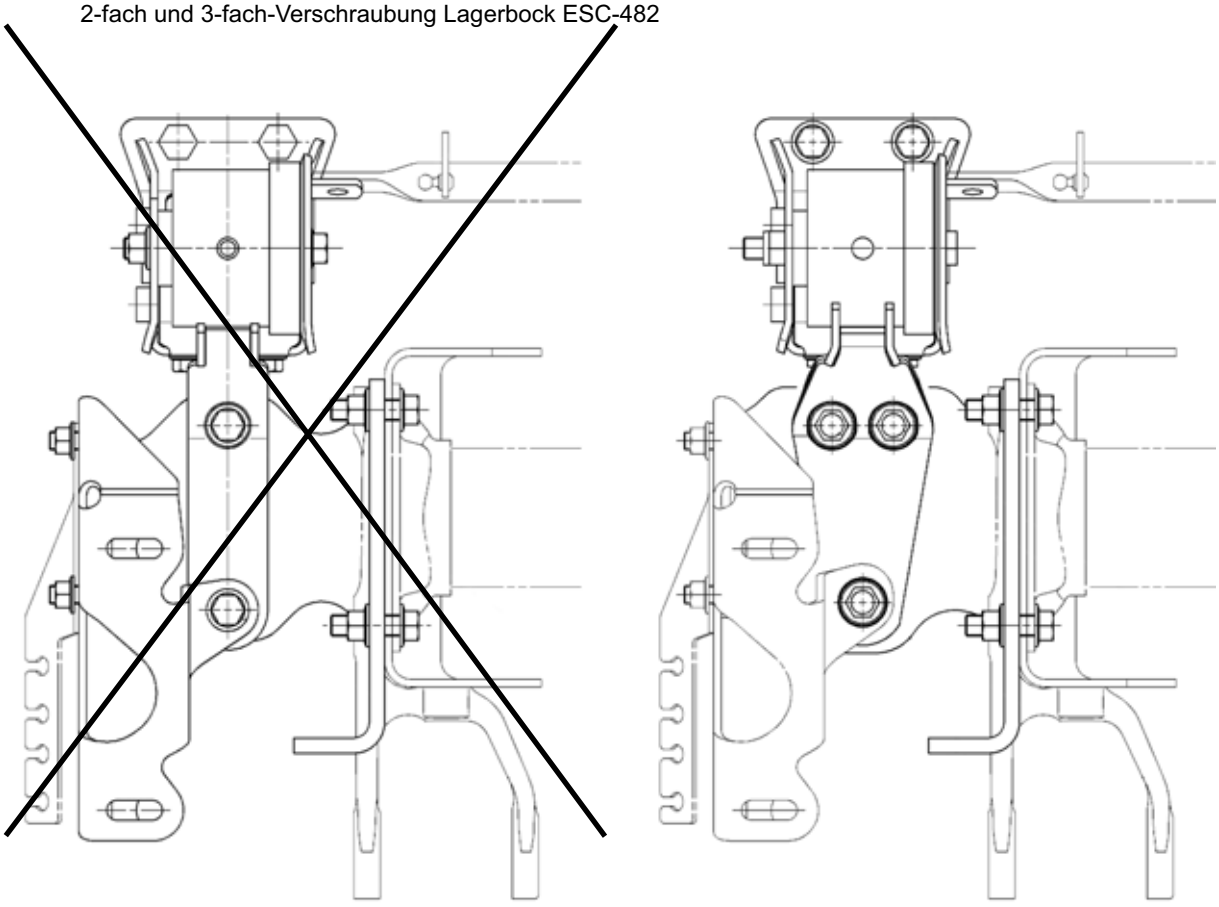
- eine Abstützung des Laufstegs an der Rückwand ist erforderlich
- alle 4 Befestigungspositionen 1/1a, 2/2a müssen verwendet werden
- ein Laufsteg darf keinesfalls vor der Hinterkante der Dachklappe montiert werden
- maximale Eigenmasse des Laufstegs 30 kg
- maximale Belastung des Laufstegs 100 kg.

4.10.3 Dachkabinen (Topsleeper)

Voraussetzungen zum Aufbau:

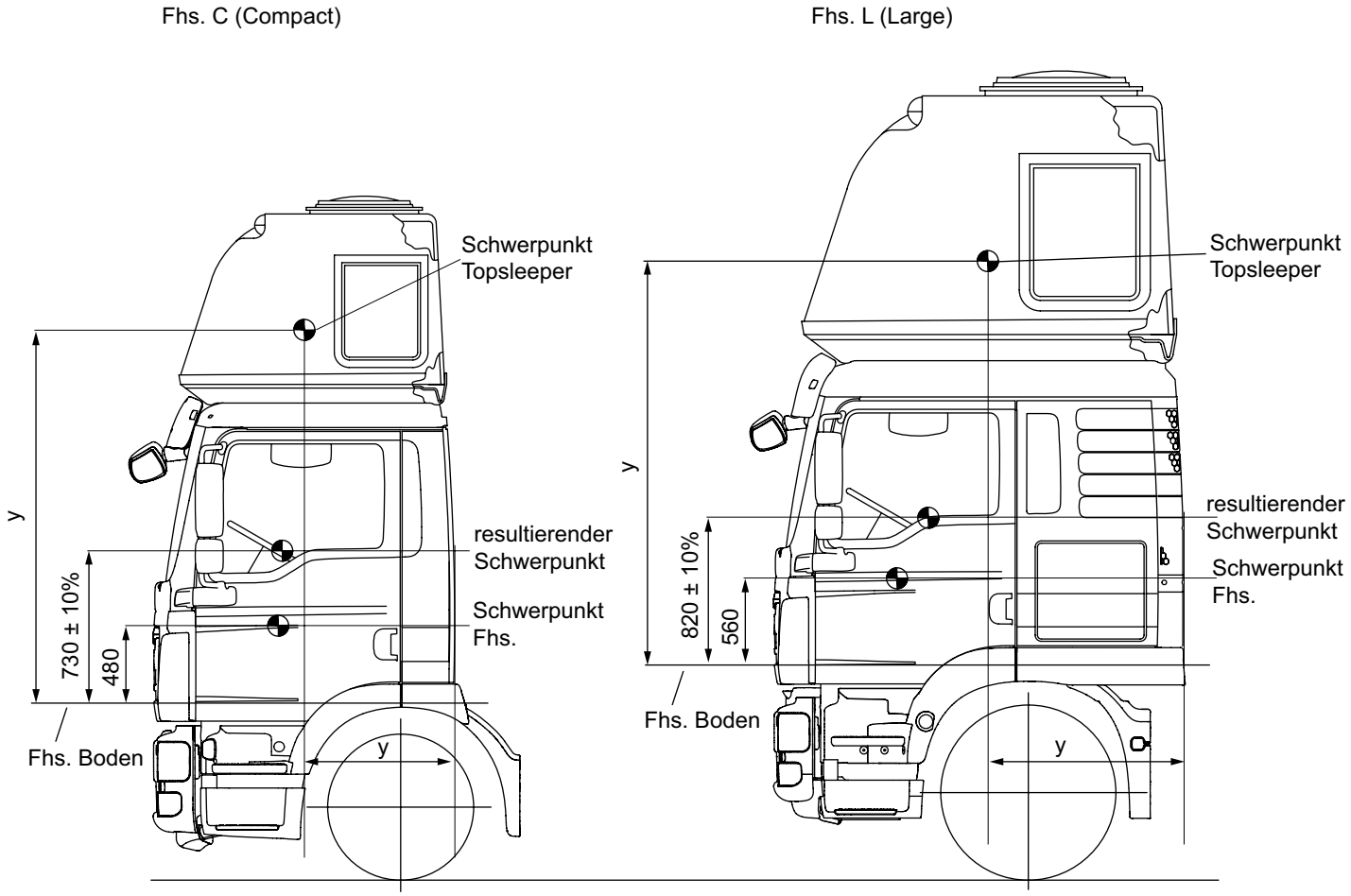
- Abgasstufe Euro 5 oder niedriger
  - Der Aufbau einer Dachkabine ist für Fahrzeuge mit Abgasstufe Euro 6 vorerst nicht zulässig.
- Für die Erfüllung der Vorschriften (z.B. Sicherheitsvorschriften, berufsgenossenschaftliche Richtlinien, Verordnungen und Gesetze GGVS/ADR) ist der Hersteller der Dachkabine zuständig.
- Das Zurückkippen des Fahrerhauses ist durch geeignete Maßnahmen zu verhindern (z.B. Aufstellsicherung).
- Weicht die Bedienung des Kippvorganges vom Serien-MAN-Fahrerhaus ab, so ist eine leicht verständliche und umfassende Betriebsanleitung zu erstellen.
- Die auf dem MAN-Originaldach vorhandenen Antennen sind fachgerecht zu versetzen. Damit soll auch nach dem Umbau eine ausreichende Qualität des Empfanges und der Aussendung elektromagnetischer Wellen, unter Einhaltung der EMV-Vorschriften, gewährleistet werden. Eine Verlängerung der Antennenkabel ist nicht zulässig.
- Bei der Baureihe TGL (Typenschlüssel N01 – N15) und Fahrerhaus C (Compact) ist für den Aufbau einer Dachschlafkabine die 3-fach Verschraubung des vorderen Lagerbocks erforderlich (Serie seit Produktion Januar 2008), Erkennung siehe Bild 31.

Bild 31: 2-fach und 3-fach-Verschraubung Lagerbock ESC-482



Die 3-fach Verschraubung des vorderen Lagerbocks ist nachrüstbar, der Einbau erfordert zusätzlich den Austausch des Kombinationsbocks und des Lenkungsbocks. Dieser Umbau ist von einer Fachwerkstatt durchzuführen.

Bild 32: Fahrerhausschwerpunkt mit Dachschlafkabine ESC-480



y-Maße werden von der Dachschlafkabine bestimmt

Tabelle 15: Dachkabine, Maximalgewichte und erforderliche Umrüstung der Fahrerhauslagerung

Baureihe	Fahrerhaus		Fahrerhaus-Lage* [mm]	max. Zusatzmasse mit Ausrüstung	Umrüstung Fahrerhauslagerung
TGL	C	Compact	360	110 kg	L050-417050
	L	Large	480	180 kg	(Ab Werk: Fahrerhauslagerung hinten mit Luftfederung) Fahrerhauslagerung vorne L050-417030
TGM	C	Compact	480/530	110 kg	Fahrerhauslagerung vorne und hinten modifiziert L050-417060
	L	Large	480/530	180 kg	(Ab Werk: Fahrerhauslagerung hinten mit Luftfederung) Fahrerhauslagerung vorne modifiziert L050-417030

* = Maß Rahmunterkante bis Fahrerhausboden

Die Umrüstung der Fahrerhauslagerung ist bestellbar bei:

MAN Truck & Bus Deutschland GmbH
Truck Modification Center (TMC)
Otto-Hahn-Strasse 31
54516 Wittlich
www.spezialfahrzeuge.man-mn.de

4.11 Rahmenanbauteile

4.11.1 Hinterer Unterfahrschutz

TGL/TGM-Fahrgestelle werden ab Werk mit einem hinteren MAN-Unterfahrschutz in verschiedenen Varianten geliefert.
Die jeweilige Variante wird von MAN in Abhängigkeit der Verwendung gesteuert (siehe Tabelle 16).

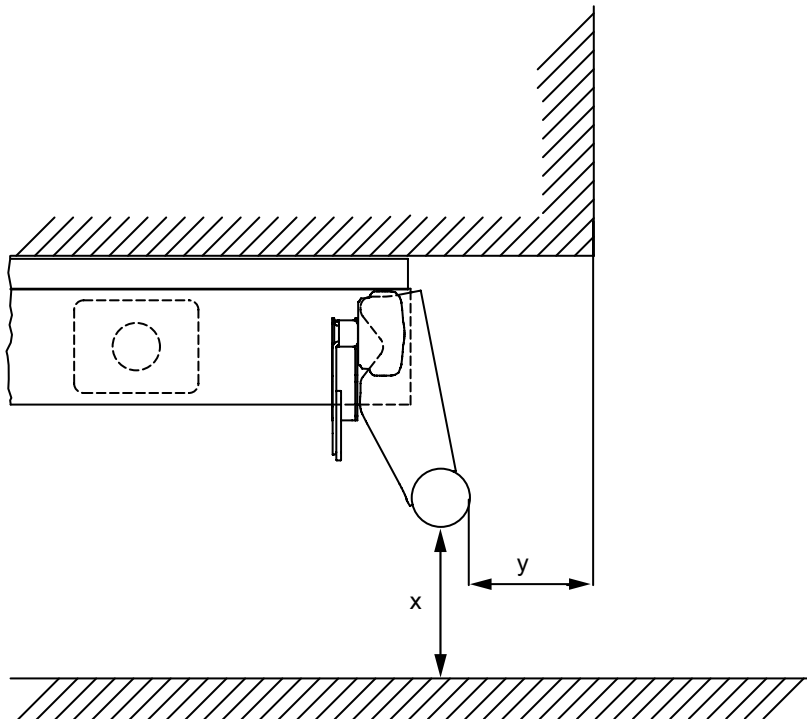
Der MAN Unterfahrschutz bei TGL/TGM ist so ausgelegt, dass er bei Fahrzeugen ohne Anhängekupplung auch die Funktion des Schlussquerträgers übernimmt (siehe auch Bild 33). Wahlweise kann der hintere Unterfahrschutz entfallen, das Fahrgestell erhält dann einen Schlussquerträger mit oder ohne Bohrbild für Anhängekupplung (je nach Ausrüstung).
Der Aufbauhersteller muss in diesem Fall selbst einen den Vorschriften genügenden Unterfahrschutz anbauen.

Bei der nachträglichen oder erneuten Montage des Unterfahrschutzes z.B. nach Rahmenkürzung muss der Auf-/ Umbauer die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften kontrollieren und sicherstellen, da die Maße aufbauabhängig sind und erst am Komplettfahrzeug einschließlich Aufbau festgestellt werden können. Unterfahrschutzeinrichtungen von MAN haben eine Bauartgenehmigung gemäß Richtlinie 70/221/EWG, zuletzt geändert mit 2006/20/EG.
Bei der Montage der MAN-Unterfahrschutzeinrichtung durch den Auf-/ Umbauer ist darauf zu achten, dass für die Verschraubung zwischen Halter und Rahmen zwingend MAN-Verbus-Ripp Schrauben mit Schaft zu verwenden sind und diese auf der Seite der Mutter mit einem Anzugsdrehmoment nach MAN-Norm M3059 (140 Nm bei Gewinde M12 x 1,5) befestigt werden.

Tabelle 16: Unterfahrschutz Positionen

Einbau Sachnummer	Typ	Verwendung	Y
81.41660-8170	TGL		384
81.41660-8186	TGL	mit Anhängebock bei Kugelkopfkupplung	386
81.41660-8189	TGM	N16 19.5“ Räder	379
81.41660-8191	TGM	N26 19.5“ Räder	370
81.41660-8192	TGM	4x4 13 t BL N34, N36	376
81.41660-8195	TGM	4x4 13 t BL N34, N36 nur bei Einzelbereifung der Größen 295/80R22.5“ bis 305/70R22.5“	376
81.41660-8204	TGM	4x2 und 6x2-4 22.5“ Räder	359
81.41660-8205	TGM	4x2 22.5“ Räder Ladekrankipper	364
81.41660-8206	TGM	4x4 18t Ladekrankipper Allrad	346
81.41660-8207	TGM	4x4 18 t/13 t BB	346

Bild 33: Maßvorgaben Unterfahrschutz ESC-699



Folgende Maße sind zu beachten:

x	=	Senkrechter Abstand der Unterfahrschutz Unterkante zur Fahrbahn bei unbeladenem Fahrzeug, maximal zulässig 550 mm.
y	=	Maximal zulässiger waagrechter Abstand zwischen der Unterfahrschutz Hinterkante und der Hinterkante Aufbau.

Grundsätzlich dürfen bauartgenehmigte Unterfahrschutzeinrichtungen niemals modifiziert werden (z.B. Schweißnähte, Bohrungen, Halter verändern) die Zulassung/ Betriebserlaubnis erlischt!

4.11.2 Frontunterfahrschutz FUP (FUP= front underride protection)

Kraftfahrzeuge zur Güterbeförderung mit mindestens vier Rädern und einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 3,5 t müssen mit einem vorderen Unterfahrschutz ausgerüstet sein, der den Bestimmungen Richtlinie 2000/40/EG entspricht.

Dies gilt nicht für: Geländefahrzeuge und Fahrzeuge, deren Verwendungszweck mit den Bestimmungen für den vorderen Unterfahrschutz nicht vereinbar ist. Alle TGL 4x2, TGM 4x2 und TGM 6x2 sind mit einem vorderen Unterfahrschutz entsprechend der Bestimmungen nach Richtlinie 2000/40/EG ausgerüstet, bei Fahrzeugen mit zulässiger Gesamtmasse < 7,5 t optional, da in diesen Fällen der vordere Stoßfänger ausreicht.

Achtung: Bei Auflastung Nachrüstung erforderlich!

Unterfahrschutzeinrichtungen nicht modifizieren (z.B. schweißen, bohren, Halter verändern), da dann die Bauartgenehmigung erlischt!

4.11.3 Seitliche Schutzvorrichtung

Die seitliche Schutzvorrichtung (= SSV) soll ungeschützten Verkehrsteilnehmern vor der Gefahr, seitlich unter das Fahrzeug zu geraten und von den Rädern erfasst zu werden, einen wirksamen Schutz bieten (Auszug aus der ECE-R 073). Lkw, Zugmaschinen und deren Anhänger mit einem zulässigen Gesamtgewicht > 3,5 t müssen eine seitliche Schutzeinrichtung aufweisen.

Für den Lkw-Bereich ausgenommen sind:

- Fahrzeuge, die noch nicht komplett hergestellt sind (Fahrgestelle zur Überführung)
- Sattelzugmaschinen (nicht Sattelanhänger)
- Fahrzeuge, die für Sonderzwecke gebaut wurden, wobei eine seitliche Schutzvorrichtung mit dem Verwendungszweck des Fahrzeugs unvereinbar ist.

In Deutschland gilt:

Als Fahrzeuge für Sonderzwecke gelten in diesem Zusammenhang vor allem Fahrzeuge mit seitlich kippbarem Aufbau.
Dies gilt nur dann, wenn sie zu den Seiten kippen und eine lichte Innenlänge des Aufbaus von < 7.500 mm haben. Weder Fahrzeuge für den kombinierten Verkehr noch geländegängige Fahrzeuge sind grundsätzlich von der Ausrüstungspflicht mit SSV befreit.

Es sind die entsprechenden nationalen Vorschriften zu beachten, ob eine SSV angebaut werden muss oder nicht.

Für Fahrgestelle besteht die Liefermöglichkeit einer SSV ab Werk. Aufbauhersteller, die seitliche Schutzvorrichtungen nachträglich anbauen, können über den Ersatzteildienst MAN Profile, Profilstützen und Montageteile in verschiedenen Ausführungen erhalten.

Für die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften (geregelt über Richtlinie 89/297/EWG und in Deutschland §32c StVZO) ist der Betrieb verantwortlich, der die SSV montiert bzw. modifiziert.
An der seitlichen Schutzvorrichtung dürfen keine Brems-, Luft- und Hydraulikleitungen befestigt werden. Es dürfen keine scharfen Kanten oder Grate entstehen, der Abrundungsradius für alle vom Aufbauer zugeschnittenen Teile muss mindestens 2,5 mm betragen. Bei abgerundeten Bolzen und Nieten ist maximal 10 mm Überstand erlaubt. Wird ein Fahrzeug umbereift oder erhält es andere Federn, sind die Höhenmaße der Schutzvorrichtung zu überprüfen und, falls erforderlich, zu korrigieren. Bei mehreren Bauteilen hintereinander (Batteriekasten, Werkzeugkasten o. ä.), die als SSV dienen, ist ein Abstand von maximal 25 mm zulässig, wobei das hintere Bauteil nicht über das vordere überstehen darf.

**Für die Typen N16, N26 und N48 gibt es ab Werk keine seitliche Schutzvorrichtung,
hier muss der Aufbauhersteller eine seitliche Schutzvorrichtung entsprechend der o.a. Vorschriften anbringen.**

Muss der Aufbauhersteller die Profilabstützung bei der seitlichen Schutzvorrichtung von MAN verändern, dann gilt die im folgenden Diagramm nach Bild 36 gebildete Beziehung aus Stützweite „l“ und Überkragweite „a“. Werden die nach Gutachten zulässigen Maße überschritten, so hat der Aufbauer für eine Festigkeitsprüfung zu sorgen.
Die Bilder verdeutlichen lediglich die Maße, bei denen die MAN-SSV die Festigkeitsvorschriften erfüllt.

Bild 34: Seitliche Schutzvorrichtung ESC-290

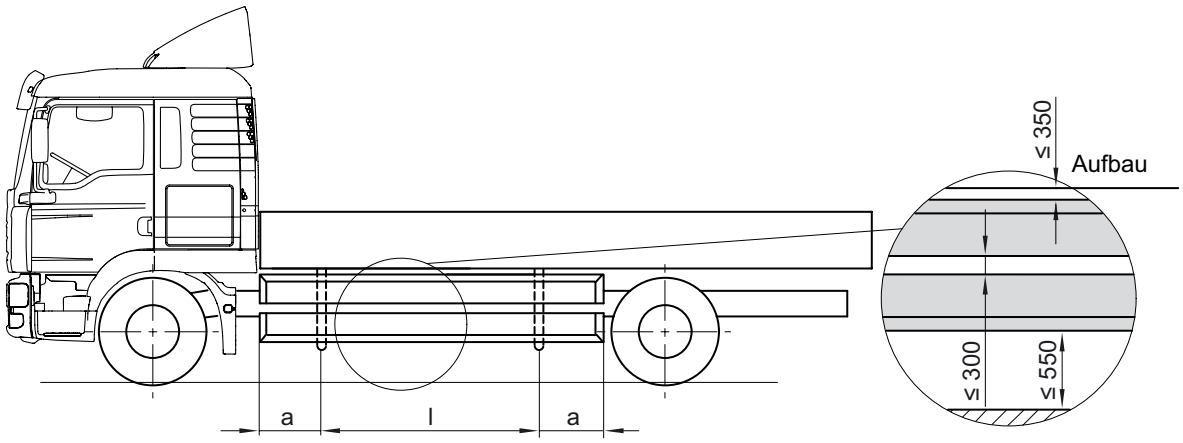
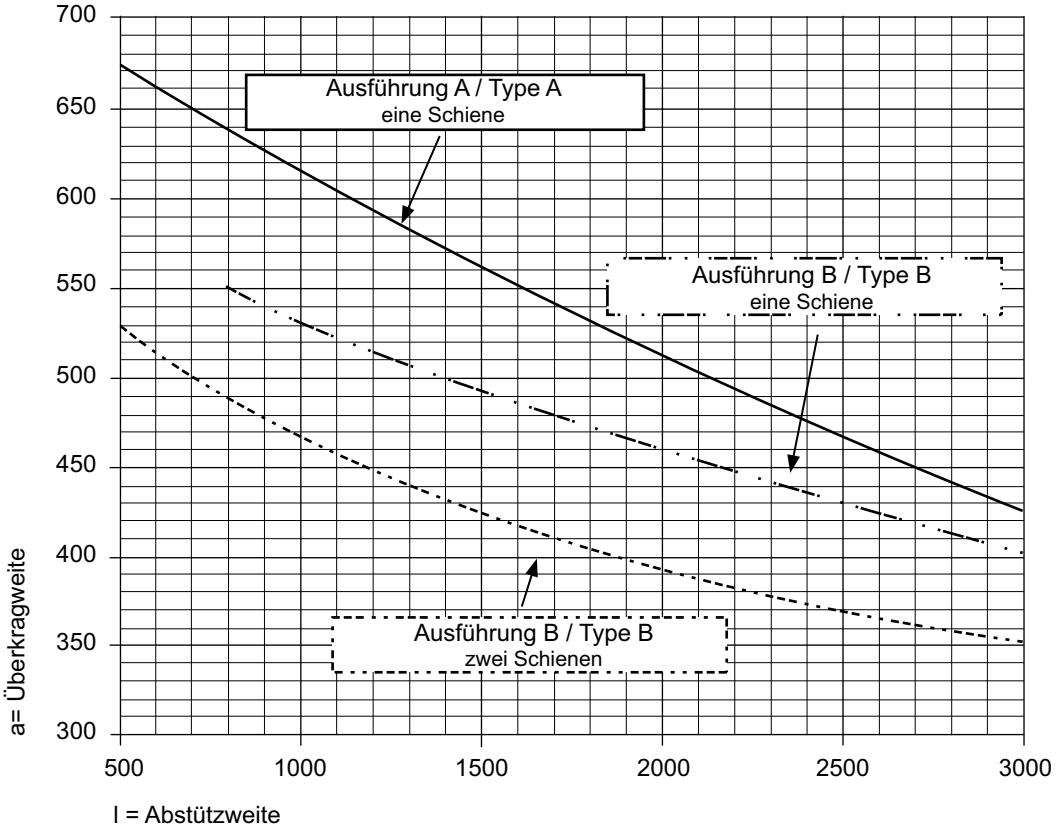


Bild 35a: Diagramm zur Ermittlung der Stütz- und Überkragweiten ESC-222



Die nachstehende Auflistung zeigt, welche Profilart (Ausführung) bei welchen Fahrzeugen ab Werk zum Einsatz kommt.

Für Fahrzeuge der Baureihe TGL

- mit Abgasnorm bis einschließlich Euro 5: Ausführung B, eine Schiene
- mit Abgasnorm Euro 6: Ausführung A

Für Fahrzeuge der Baureihe TGM

- mit Abgasnorm bis einschließlich Euro 6 und Felgengröße > 19,5“: Ausführung B, zwei Schienen
- mit Abgasnorm bis einschließlich Euro 5 und Felgengröße ≤ 19,5“: Ausführung B, eine Schiene
- mit Abgasnorm Euro6 und Felgengröße ≤ 19,5“ : Ausführung A

Bild 35b: Ausführung A ESC-222a

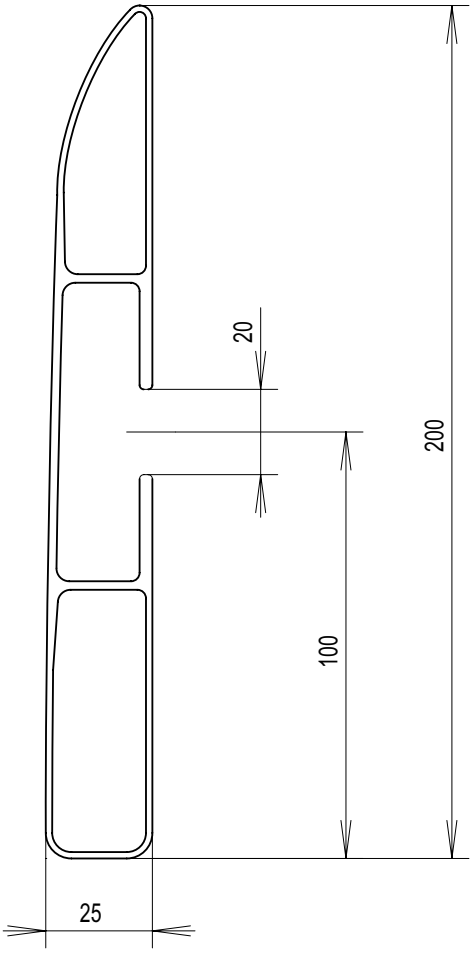
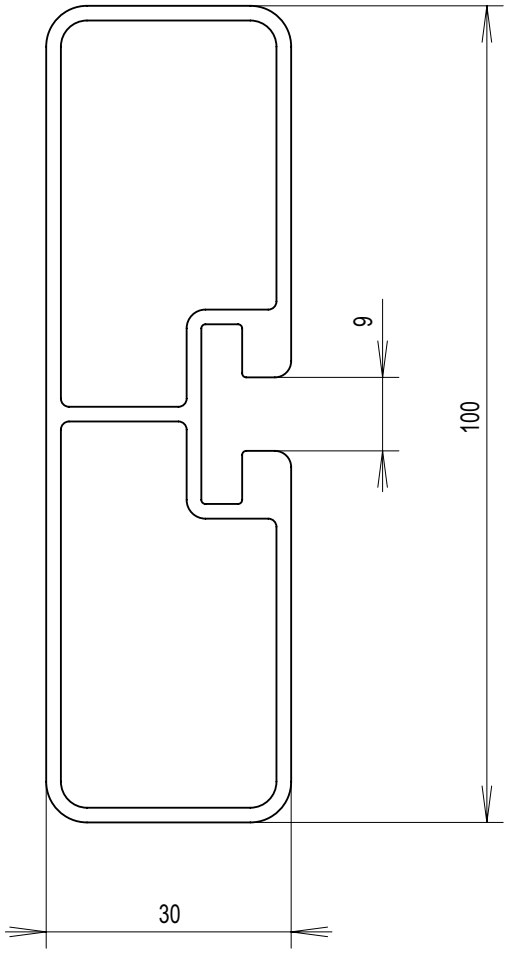


Bild 35c: Ausführung B ESC-222b



4.12 Änderungen am Motorumfeld

4.12.1 Änderung an der Luftansaugung

Generell sind Änderungen an der Ansaug- oder Abgasanlage zu vermeiden. Es stehen diverse serienmäßig lieferbare Varianten für TGL/TGM zur Verfügung, die auf ihre Verwendbarkeit geprüft werden müssen. Auskunft über die Liefermöglichkeiten für das jeweilige Fahrzeug gibt die nächstliegende MAN-Verkaufs-Niederlassung.

Lässt sich eine Veränderung dennoch nicht vermeiden, gelten allgemein folgende Vorgaben:

- Das Ansaugen der Luft muss ungehindert erfolgen können.
- Der Unterdruck in der Ansaugleitung darf sich nicht verändern.
- Bei Änderungen an der Ansauganlage ist zu gewährleisten, dass weiterhin alle geräusch- und emissionsrelevanten sowie sonstige gesetzlichen Vorschriften erfüllt werden.
- Auch sind alle Vorschriften zu erfüllen, die von der Berufsgenossenschaft oder äquivalenten Einrichtungen bezüglich der betroffenen Bauteile gefordert werden (z.B. Oberflächentemperatur im Griffbereich).
- MAN kann bei veränderten Ansauganlagen
  - die Einhaltung dieser und anderer Vorschriften nicht gewährleisten. Die Verantwortung hierfür obliegt dem durchführenden Unternehmen, auch für Vorschriften in Bezug auf On Board Diagnose (OBD)
  - keine Auskunft über Verbrauchsänderungen oder über das Geräuschverhalten machen, es ist eventuell eine erneute Geräuschabnahme erforderlich. Akustisch wirksame Bauteile (z.B. Düse am Reinluftrohreintritt) dürfen nicht verändert werden. Bei Nichteinhaltung der Geräuschgrenzwerte erlischt die Betriebserlaubnis!

Für Fahrzeuge bis einschließlich Abgasnorm Euro 4 gilt zusätzlich zu den allgemeinen Vorgaben:

- Querschnitte der Verrohrung in Form und / oder Fläche keinesfalls verändern.
- Scharfe Biegungen in den Rohren sind zu vermeiden, Gehrungsschnitte sind nicht zulässig.
- Luftfilter nicht modifizieren.
- Die Standzeit des Luftfilters kann sich bei Änderungen an der Ansauganlage verkürzen.
- Nur freigegebene Luftfiltereinsätze verwenden.
- Das Aufhängungs- bzw. Abstützungskonzept sowie die grundsätzliche Einbaulage der Komponenten sind beizubehalten.
- Die Luftansaugung muss davor geschützt werden, erwärmte Luft anzusaugen (z. B. Motorabwärme aus dem Bereich der Radläufe bzw. in der Nähe des Abgasschalldämpfers). Es ist eine geeignete Ansaugstelle zu wählen, die gewährleistet, dass die Ansaugluft um nicht mehr als 5°C erwärmt wird (Außentemperatur zu Temperatur vor Turbolader).
  Bei zu hoher Ansauglufttemperatur droht die Überschreitung der Abgasgrenzwerte. Bei Nichteinhaltung der Emissionsgrenzwerte erlischt die Betriebserlaubnis!
- Um ein Ansaugen von brennenden Zigarettenkippen oder ähnlichem zu verhindern, muss direkt an der Ansaugstelle ein sog. Zigarettenschutzgitter analog dem serienmäßig verbauten Gitter (nicht brennbares Material, Maschenweite SW6, Fläche des offenen Querschnitts min. Fläche des Rohluftstutzens am Luftfilter) eingebracht werden. Bei Nichtbeachtung drohen Fahrzeugbrände! MAN kann keine Aussage zur Wirksamkeit der getroffenen Maßnahme machen, die Verantwortung liegt beim ausführenden Unternehmen.
- Die Ansaugstelle muss in einem Bereich mit geringer Staubbeaufschlagung sowie im spritzwassergeschützten Bereich liegen.
- Eine ausreichende Entwässerung mittels Wasserabscheidemechanismen sowie ein ungehinderter Staubaustrag aus dem Filtergehäuse und dem Rohluftbereich sind zu gewährleisten, sonst können Schäden am Motor entstehen.
- Auf der Reinluftseite ist die Verrohrung so zu wählen, dass sie nach außen absolut dicht ist. Die Innenseite der Reinluftrohre muss glatt sein, es dürfen sich keine Partikel oder ähnliches lösen können. Ein Abrutschen des Reinluftrohrs an den Dichtstellen muss unbedingt vermieden werden. Hierzu sind geeignete Halterungen vorzusehen.
- Alle Ansaugrohre müssen eine Unterdruckbeständigkeit von 100 mbar sowie eine Temperaturbeständigkeit von min. 80°C (kurzfristig 100°C) aufweisen. Flexible Leitungen (z. B. Schläuche) sind nicht zulässig.
- Änderungen an Luftansaugung nur auf schriftliche Anfrage und Genehmigung durch MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“).

Für Fahrzeuge bis einschließlich Abgasnorm Euro 5 gilt zusätzlich zu den Vorgaben niedriger Abgasnormen:

- Die Position des Unterdrucksensors ist in einem geraden Rohrstück mit kürzestmöglichen Abstand zum Turbolader zu wählen. Die korrekte Anzeige des Sensors ist vom durchführenden Unternehmen zu gewährleisten. Achtung: Gefahr von Motorschäden bei Anzeige zu geringer Werte!

Für Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 6 gilt zusätzlich zu den Vorgaben niedriger Abgasnormen:

- Änderungen an Luftansaugung nur auf schriftliche Anfrage und Genehmigung durch MAN (Anschrift siehe „Herausgeber“).
- Einbauposition, Lage und Ausrichtung der Sensoren in der Ansauganlage dürfen nicht verändert werden.
- Bei Verlegung der Luftpresser Saugleitung ist auf ausreichend dimensionierte Querschnitte zu achten. Die Leitung muss eine Unterdruckstabilität von mindestens 250 mbar aufweisen und in einem Bereich von -40°C bis +120°C temperaturstabil sein.
- Die Anströmung des Luftmassenmessers darf nicht verändert werden.
- Das abströmseitige Reinluftrohr darf bis 300 mm nach dem Luftmassenmesser in seiner Geometrie nicht verändert werden.
- Ansauganlage bei Mannschaftskabine: Zur Überführung wird die Ansauganlage mit einer Regenkappe versehen. Die Regenkappe muss durch den Aufbauhersteller entfernt und durch eine geeignete, den oben genannten Vorgaben entsprechende, Rohluftansaugung ersetzt und im Aufbau integriert werden.
- Der Einbau eines Sicherheitselementes (verhindert beim Luftfilterwechsel den Eintritt von Schmutz in die Reinluftseite) ist zur Zeit nicht zulässig.
- Die Ansauganlage muss einen Wasserabscheidegrad von mindestens 80% aufweisen (nach SAEJ2554 für einen Luftvolumenstrom von 13 - 22 m^3/min).

4.12.2 Änderungen der Abgasführung

Generell sind Änderungen an der Abgasanlage zu vermeiden. Es stehen ab Werk mehrere Varianten für TGL/TGM zur Verfügung, die auf ihre Verwendbarkeit geprüft werden müssen. Auskunft über die Liefermöglichkeiten für das jeweilige Fahrzeug gibt die nächstliegende MAN-Verkaufs-Niederlassung.

Lässt sich eine Veränderung dennoch nicht vermeiden, gelten allgemein folgende Vorgaben:

- Die Ableitung der Abgase muss ungehindert erfolgen können.
- Der Gegendruck in der Abgasanlage darf sich nicht verändern.
- Alle geräusch- und emissionsrelevanten gesetzlichen Vorschriften müssen erfüllt werden.
- Bei Änderungen an der Abgasanlage und der Abgasführung ist dafür Sorge zu tragen, dass der Abgasstrom keine Fahrzeugbauteile anbläst. Die Ausblasrichtung muss vom Fahrzeug weg zeigen (Vorschrift des entsprechenden Landes beachten, in Deutschland StVZO).
- Auch sind alle Vorschriften zu erfüllen, die von der Berufsgenossenschaft oder äquivalenten Einrichtungen bzgl. der betroffenen Bauteile gefordert werden (z.B. Oberflächentemperatur im Griffbereich).
- MAN kann bei veränderten Abgasanlagen
  - die Einhaltung der vorgenannten und anderer Vorschriften nicht gewährleisten. Die Verantwortung hierfür obliegt dem durchführenden Unternehmen. Dies gilt auch für Vorschriften in Bezug auf On-Board-Diagnose (OBD)
  - keine Auskunft über Verbrauchsänderungen oder über das Geräuschverhalten geben. Es ist eventuell eine erneute Geräuschabnahme erforderlich. Akustisch wirksame Bauteile dürfen nicht verändert werden. Bei Nichteinhaltung der Geräuschgrenzwerte erlischt die Betriebserlaubnis!
  - keine Aussage über die Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Abgasgrenzwerte machen. Es ist eventuell ein Abgasgutachten erforderlich. Bei Nichteinhaltung der Emissionsgrenzwerte erlischt die Betriebserlaubnis!

Abhängig von der Schadstoffklasse ist eine Veränderung der Abgasanlage möglich. Dazu sind folgende Hinweise zu beachten:

Für Fahrzeuge bis einschließlich Abgasnorm Euro 3 gilt zusätzlich zu den allgemeinen Vorgaben:

- Bei Versetzen des Abgasschalldämpfers ist darauf zu achten, dass die originale MAN Abstützung sowie die grundsätzliche Einbaulage der Komponenten weiter verwendet wird.
- Wenn das Abgasrohr oder der Abgasschalldämpfer gedreht werden sollte, ist darauf zu achten, dass die ursprüngliche Position der Sensoren (Temperatur, Drucksensor, Lambdasonde) wieder hergestellt wird, um Fehlmessungen zu vermeiden.
- Änderungen des ab Werk verbauten MAN Kabelstrangs zu den Sensoren sind nicht zulässig. Falls andere Kabelstranglängen benötigt werden, sind Original MAN Kabelstränge über den MAN Ersatzteildienst zu beschaffen.
- CAN- Leitungen dürfen aus EMV-Gründen nicht entdrillt werden.
- Umbaumaßnahmen oder Veränderungen an der Abgasführung vom Abgaskrümmer bis zum Metallschlauch (flexibles Rohr zwischen rahmen- und motorfesten Bauteilen) sind nicht zulässig.
- Kein Ausblasen von Ladegut (z. B. Bitumen) mit Motorabgasen – **Gefahr von Schäden am Motor und am Abgasnachbehandlungssystem.**
- Querschnitte der Verrohrung in Form und/oder Fläche keinesfalls verändern. Die Rohrmaterialien müssen beibehalten werden.
- Schalldämpfer nicht modifizieren (auch nicht am Gehäuse), die Betriebserlaubnis erlischt.
- Bei Biegungen muss der Biegeradius mindestens dem doppelten Rohrdurchmesser entsprechen, Faltenbildung ist nicht zulässig.
- Es sind nur stetige Biegungen zulässig, keine Gehrungsschnitte.
- Die Funktion der OBD-relevanten Bauteile darf nicht beeinträchtigt werden. Bei Manipulation an OBD-relevanten Bauteilen erlischt die Betriebserlaubnis!
- Wärmeempfindliche Teile (z.B. Leitungen, Reserveräder) müssen einen Mindestabstand von > 200 mm zu heißen Bauteilen der Abgasanlage haben, bei der Anbringung von Wärmeabschirmblechen an diesen Bauteilen einen Abstand ≥ 100 mm.
- Ein Versetzen des Abgasschalldämpfers bei Verwendung von ab Werk lieferbaren Abgasrohren ist möglich. Die für den jeweiligen Typ längste freigegebene Abgasanlage (z. B. mit Abgasrohr hochgezogen) ist gleichzeitig die längste zulässige Abgasanlage. Eine darüber hinausgehende Verlängerung ist nur dann möglich, wenn ein Druck- und Temperaturabfall ausgeschlossen werden kann.

Für Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 4 gilt zusätzlich zu den Vorgaben niedriger Abgasnormen:

Wegen Kondenswasserbildung und der damit verbundenen Fehlmessung ist bei Positionsänderung des Abgasschalldämpfers Folgendes zu beachten:

- Der Anschluss der Drucksensor-Leitung am Schalldämpfer muss immer nach oben zeigen. Die darauf folgende Stahlleitung muss stetig steigend bis zum Sensor verlegt werden. Dabei ist eine Mindestlänge von 300 mm sowie eine Maximallänge von 400 mm (inkl. flexibler Leitung) einzuhalten. Die Messleitung ist in M01-942-X6CrNiTi1810-K3-8x1 D4-T3 auszuführen.
- Die Einbaulage des Drucksensors muss generell beibehalten bleiben (Anschluss unten).

Für Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 5 gilt zusätzlich zu den Vorgaben niedriger Abgasnormen:

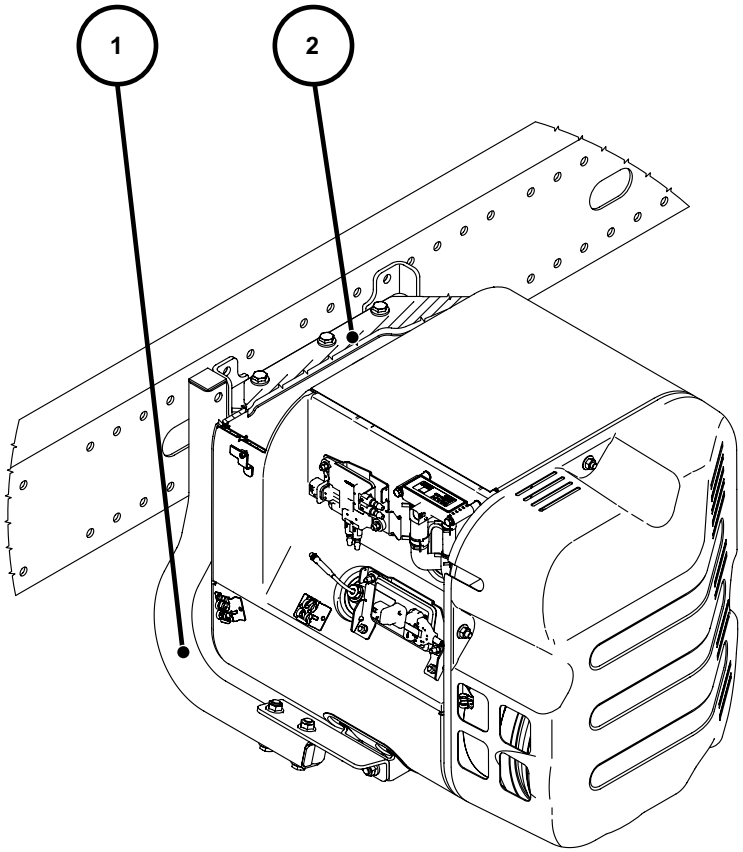
Lambdasonde, Temperatur- und Drucksensor befinden sich im vorderen Teil des Abgaskrümmers. Deshalb ist ein Versetzen des Abgasschalldämpfers ohne weitere Kabelverlegung möglich.

Für Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 6 gilt zusätzlich zu den Vorgaben niedriger Abgasnorm:

Aufgrund der sehr empfindlichen Sensierung der Abgasnachbehandlung sind sämtliche Arbeiten mit größter Sorgfalt durchzuführen. Die nachfolgenden Punkte dieses und aller anderen relevanten Kapitel sind strikt einzuhalten.

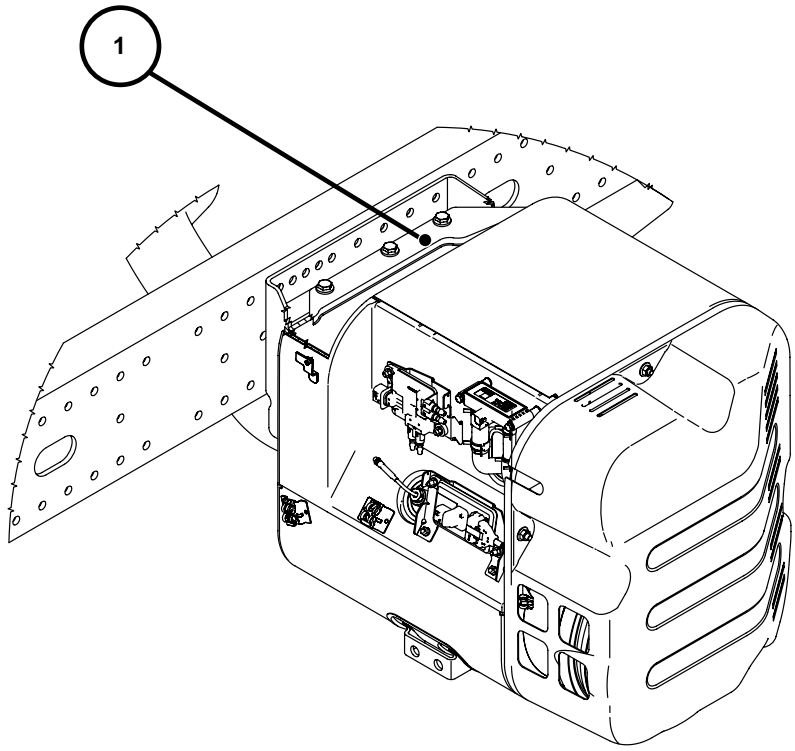
- Beim Versetzen des Abgasschalldämpfers ist die werkseitige Befestigung beizubehalten, gegebenenfalls anzupassen (siehe Bild 36: Abstützung des Euro 6 – Schalldämpfers).
- Bei Fahrzeugen der Baureihe TGL ist die Querstrebe mit zu versetzen.
- Beim Versetzen des Abgasschalldämpfers in den Rahmenknick ist (z.B. durch Distanzscheiben) der Schalldämpfer parallel zur Fahrzeuglängsachse auszurichten.

Bild 36: Abstützung des Euro 6 - Schalldämpfers ESC-822



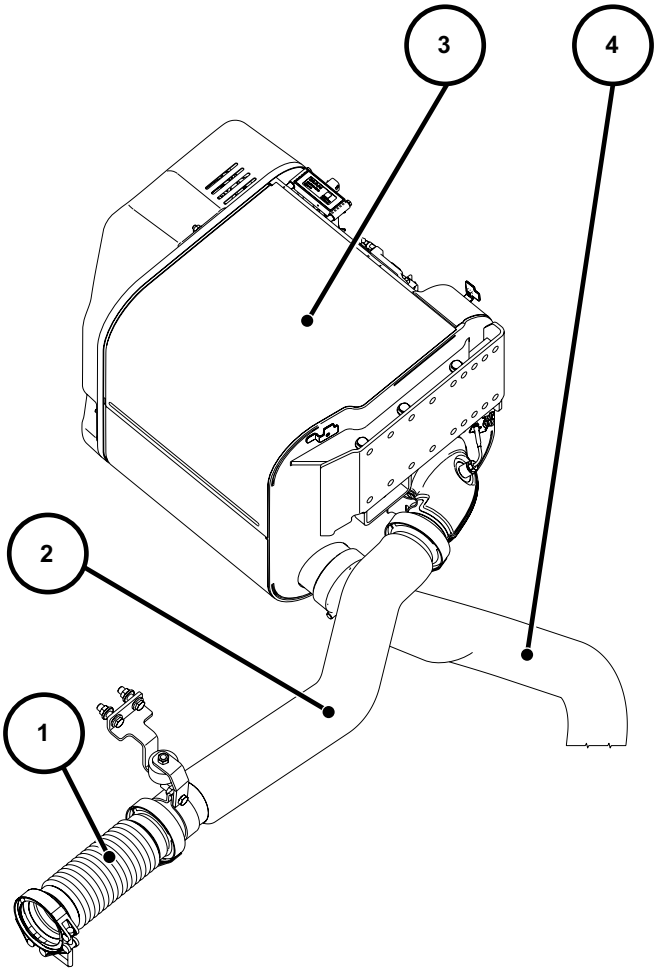
1 = Querstrebe
2 = Auspuffhalterung

Bild 37: TGM ohne Querstrebe ESC-823



1 = Auspuffhalterung

Bild 38: Bauteile Abgasverrohrung ESC-824



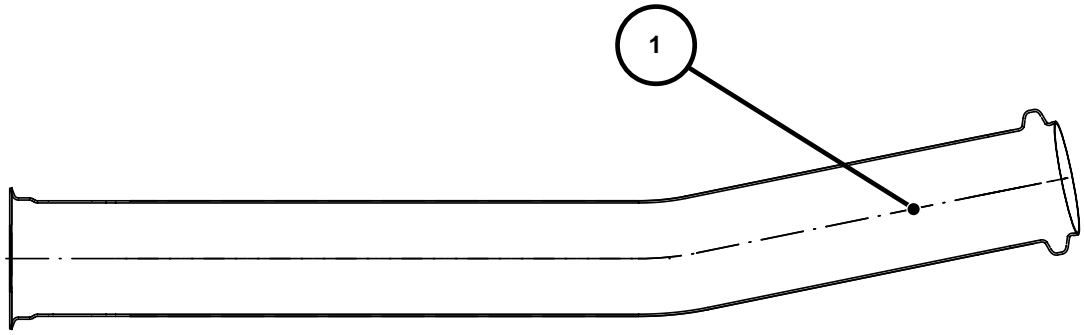
1 = Flexibler Metallschlauch
2 = Abgasrohr
3 = Abgasschalldämpfer
4 = Abgasendrohr

Eine Verlängerung des Abgasrohres ist im Bereich ab dem flexiblen Metallschlauch bis zum Abgasschalldämpfer möglich (siehe Bild 38: Bauteile Abgasverrohrung).

Dabei darf das Abgasrohr zwischen flexiblem Metallschlauch und Abgasschalldämpfer folgende Längen (neutrale Faser) nicht überschreiten (siehe Bild 39: Neutrale Faser):

- TGL (4-Zyl. Motor): 1720 mm
- TGL (6-Zyl. Motor) und TGM: 1540 mm

Bild 39: Neutrale Faser ESC-435

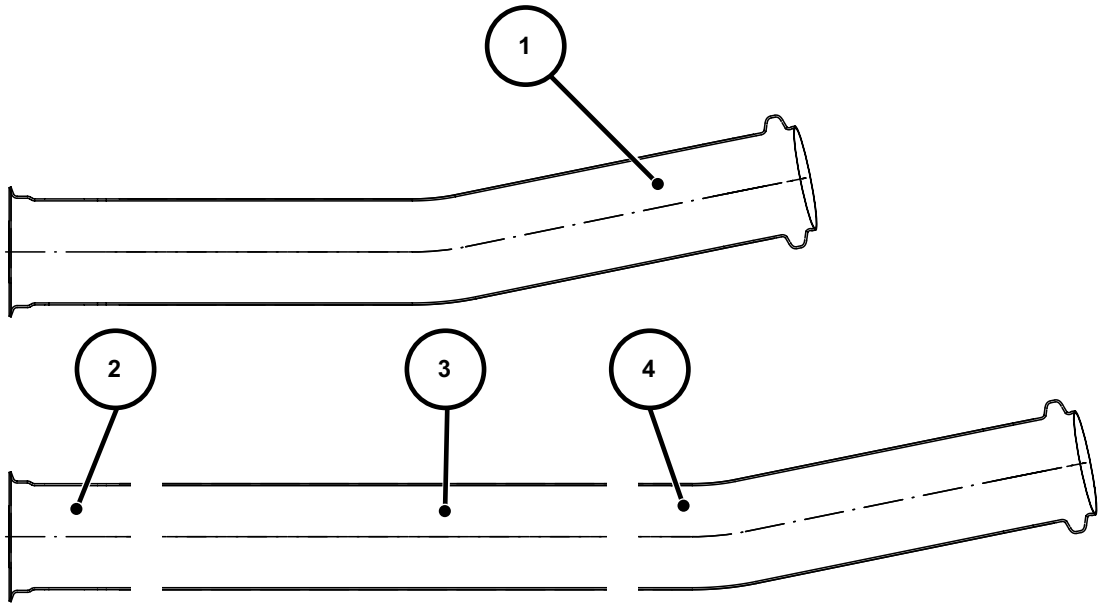


1 = Neutrale Faser

Um die Dichtigkeit der Abgasanlage zu gewährleisten, müssen die folgenden Punkte eingehalten werden:

- Die Anschlüsse des Abgasrohres an den Enden müssen beibehalten werden.
- Um einen Schweißverzug an den Anschlüssen des Abgasrohres zu vermeiden, sind ca. 100 mm Abstand vom Anschluss bis zur Trennstelle einzuhalten.
- Trennstellen im Bereich von Biegungen sind nicht zulässig.
- Trennstellen im Bereich von Querschnittsänderungen sind nicht zulässig.
- Auspuffdichtungen sind nicht zur Wiederverwendung geeignet. Die Dichtungen müssen nach jeder Demontage des Abgasrohres erneuert werden. (TGL/M: 81.15901.0041).
- Auspuffschellen dürfen nicht aufgebogen werden.

Bild 40: Verlängerung des Abgasrohres ESC-436



1 = Abgasrohr Serie
2 = Anschluss des Abgasrohrs – muss beibehalten werden
3 = Rohrstück zur Verlängerung des Abgasrohres
4 = Anschluss des Abgasrohrs – muss beibehalten werden

Für die ab Werk verbaute Abgasanlage wird Edelstahl mit Werkstoffnummer 1.4301 verwendet.
Für die Abgasverrrohrung sind ausschließlich nichtrostende-austenitische Edelstähle (siehe Tabelle 17) zu verwenden.

Grund: Bei den sonst üblichen ferritischen Stählen führt das im Abgastrakt befindliche Ammoniak (Reaktionsprodukt aus AdBlue) zu Korrosion.

Edelstahlrohre sind mit den zulässigen Schutzgasschweißverfahren (Angaben der Stahlhersteller beachten) und von dafür ausgebildeten Personen zu schweißen.

Tabelle 17: Übersicht der zu verwendenden nichtrostenden-austenitischen Edelstähle nach DIN 17440

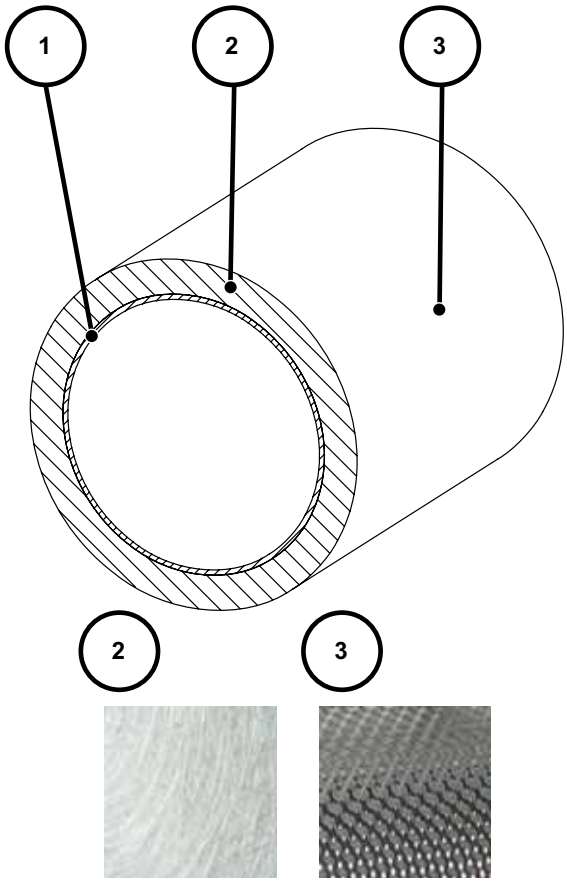
Bezeichnung	Werkstoffnummer
X 5 CrNi 18 10	1.4301
X 2 CrNi 19 11	1.4306
X 2 CrNiN 18 10	1.4311
X 6 CrNiTi 18 10	1.4541
X 6 CrNiNb 18 10	1.4550
X 5 CrNiMo 17 12 2	1.4401
X 2 CrNiMo 17 13 2	1.4404
X 6 CrNiMoTi 17 12 2	1.4571
X 2 CrNiMoN 17 13 3	1.4429
X 2 CrNiMo 18 14 3	1.4435
X 5 CrNiMo 17 13 3	1.4436
X 2 CrNiMoN 17 13 5	1.4439

Das Abgasrohr ist bis zum Schalldämpfer vollständig zu isolieren. Die Isolierung besteht aus einer Glasfaser-Nadelmatte und einer Edelstahlfolie (NOSTAL), die folgenden Anforderungen entsprechen müssen:

- Glasfaser-Nadelmatte
  - Glasart: 100 % E-Glas
  - Temperaturbeständigkeit: Bis 600 Grad
  - Nicht brennbar (DIN 4102)
  - Gewicht: 1500 g/m² (ISO 3374)
  - Dicke: 10 mm (DIN EN ISO 5084, Prüffläche = 25 cm², Prüfdruck = 10 g/cm²)
  - Breite: 1000 mm (DIN EN 1773)

- Makrostrukturierter Stahl NOSTAL (Noppen + Stahl)
  - Edelstahl 1.4301
  - Materialdicke 0,3 mm
  - Strukturdicke 1,5 mm

Bild 41: Abgasrohr mit Isolierung ESC-437



1 = Abgasrohr
2 = Glasfaser-Nadelmatte
3 = Makrostrukturierter Stahl NOSTAL

Beschädigungen der Isolierung des Abgasrohres sind zu vermeiden. Bei größeren Beschädigungen kann ein Erneuern des Abgasrohres notwendig sein.

Hinweise:

- Sensoren und Messeinrichtungen am Schalldämpfer dürfen nicht verändert werden.
- Bei versetztem Schalldämpfer ist darauf zu achten, dass keine Aggregate vom Abgas angeblasen oder erwärmt werden.
- Bei Versetzen des Schalldämpfers ist eine Anpassung der Rohrleitungen und der elektrischen Kabelstränge notwendig (siehe Kap. 4.12.3 – Änderungen am AdBlue-System).

Aufbauten müssen so gestaltet werden, dass die Wartungsöffnungen am Abgasschalldämpfer zugänglich sind.
Das Filterelement muss entnommen und wieder eingesetzt werden können.

Der Abgasschalldämpfer ist in der Feuerwehr-Variante um 90 Grad nach vorne gedreht. Um den Dieselrußpartikelfilter aus dem Abgasschalldämpfer zu entnehmen ist ausreichend Freiraum (ca. 400 mm) vorzusehen. Alternativ muss ein Ausbauen des Abgasschalldämpfers für Wartungsarbeiten möglich sein.

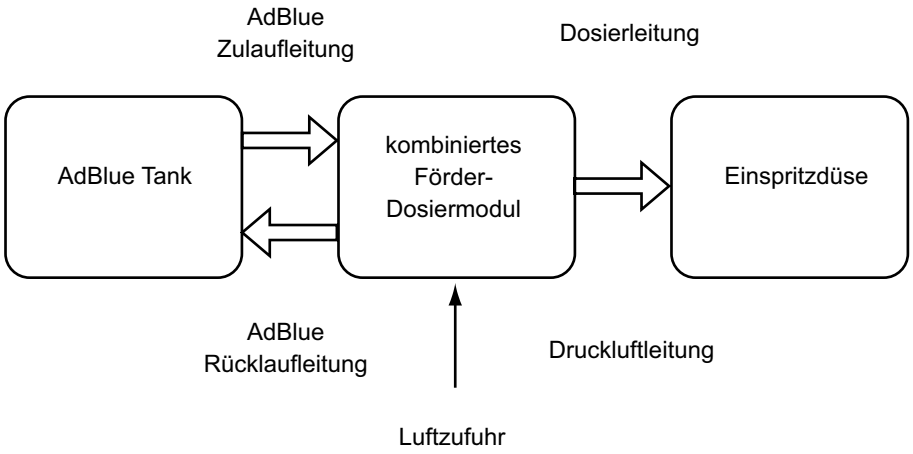
4.12.3 Änderungen am AdBlue-System

Bei den Baureihen TGL und TGM wird erstmals ab der Abgasnorm Euro 6 AdBlue zur Abgasnachbehandlung eingesetzt.
Das System besteht aus den Hauptkomponenten AdBlue-Tank und dem kombinierten Förder- und Dosiermodul
(Bild 42: Schematischer Aufbau des AdBlue-Systems in Euro 6–Fahrzeugen).

4.12.3.1 Grundlagen und Aufbau des AdBlue-Systems

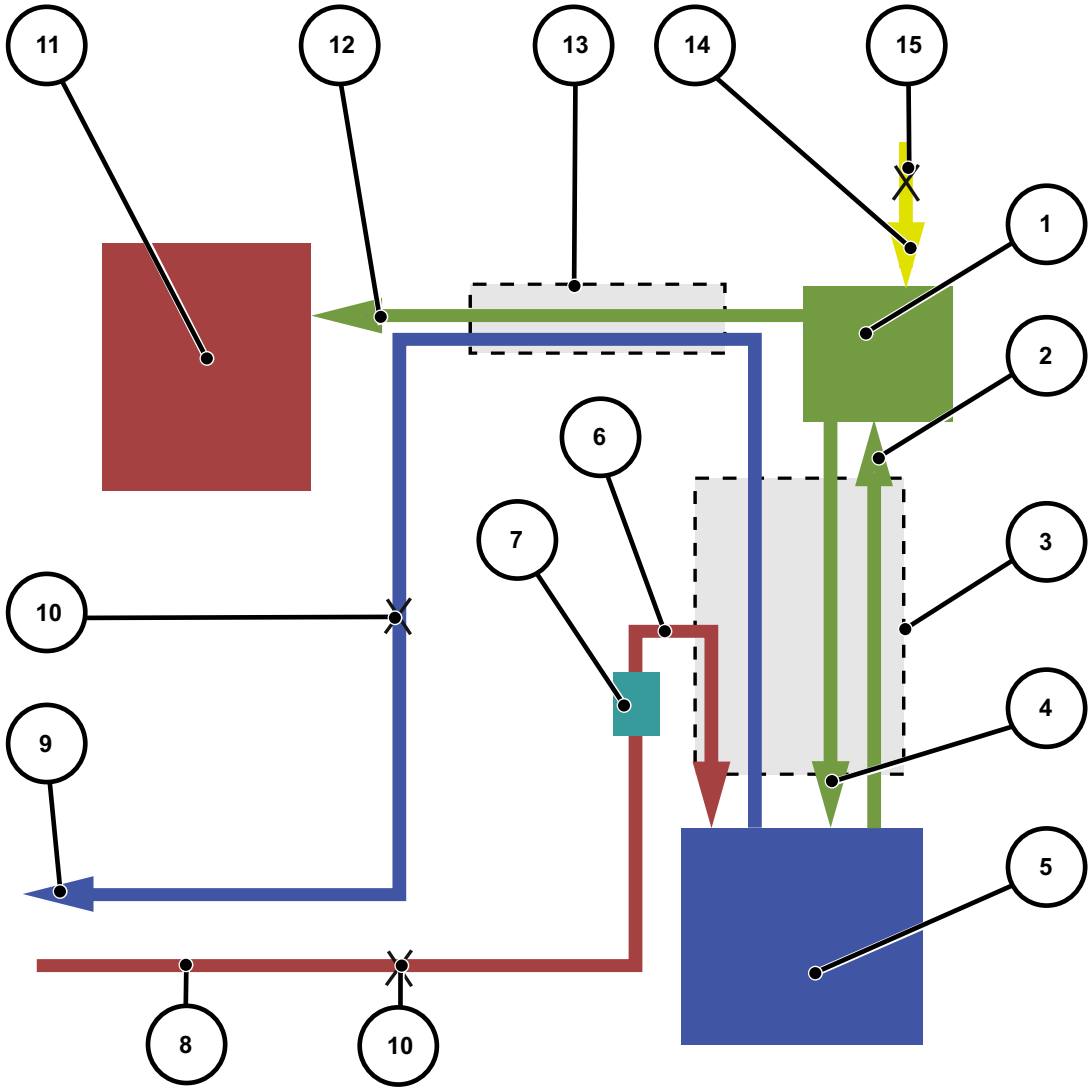
Über das Förder- und Dosiermodul wird AdBlue über eine Einspritzdüse in den Abgasschalldämpfer eingebracht. Das AdBlue reagiert mit den Abgasen und mindert so die enthaltenen Schadstoffe.

Bild 42: Schematischer Aufbau des AdBlue-Systems in Euro 6-Fahrzeugen ESC-419a



Die Komponenten des AdBlue-Systems sind über einen Leitungsstrang miteinander verbunden. In diesem Leitungsstrang sind sowohl AdBlue-Leitungen als auch Heizwasserleitungen enthalten. Die Leitungen sind teilweise mit einer Isolierung ummantelt, um die AdBlue führenden Leitungen vor Kälte zu schützen. In Heizwasserleitungen wird zusätzlich warmes Kühlwasser vom Motor abgezweigt, um das System auch bei tiefen Temperaturen einsatzfähig zu halten (siehe Bild 43: Schematische Darstellung der Leitungsführung des AdBlue-Systems bei Abgasnorm Euro 6).

Bild 43: Schematische Darstellung der Leitungsführung des AdBlue-Systems bei Abgasnorm Euro 6 ESC-813



1	=	AdBlue-Fördermodul
2	=	AdBlue-Vorlaufleitung vom AdBlue-Tank zum Fördermodul
3	=	Isolierung des Schlauchpakets
4	=	AdBlue-Rücklaufleitung vom Fördermodul zum AdBlue-Tank
5	=	AdBlue-Tank
6	=	Heizwasser-Vorlaufleitung vom Wasserabschaltventil zum AdBlue-Tank
7	=	Wasserabschaltventil im Bereich des AdBlue-Tanks
8	=	Heizwasser-Vorlaufleitung vom Anschluss Fahrerhausheizung zum Wasserabschaltventil
9	=	Heizwasser-Rücklaufleitung vom AdBlue-Tank zum Motor
10	=	Trennstelle, an der die Heizwasserleitung aufgetrennt werden darf
11	=	Abgasschalldämpfer
12	=	Dosierleitung vom Fördermodul zum Abgasschalldämpfer
13	=	Isolierung des Schlauchpakets
14	=	Druckluftleitung
15	=	Trennstelle an der Druckluftleitung

Hinweise zum AdBlue-System

AdBlue (DIN 70070) ist der Markenname für eine wässrige, synthetisch hergestellte 32,5%ige Harnstofflösung, die zur Abgasnachbehandlung im SCR-Katalysator (Selective Catalytic Reduction) verwendet wird.

AdBlue ist ungiftig, wirkt jedoch hochkorrosiv auf Nicht-Edelstähle und Buntmetalle (z.B. Kupferdichtungen oder elektrische Kontakte). Ebenso werden nicht AdBlue beständige Kunststoffe angegriffen (z.B. elektrische Leitungen oder Schläuche). Ausgetretenes AdBlue ist daher sofort aufzunehmen und die betroffene Stelle mit warmem Leitungswasser zu reinigen.

Es ist unbedingt zu vermeiden, dass AdBlue – zum Beispiel durch Vertauschen von Leitungen – in den Kühlkreislauf gelangt, was Motorschäden zur Folge hat.

Veränderungen am AdBlue-System

Vor einem Umbau ist im Vorfeld zu prüfen, ob auf bestehende MAN Varianten des AdBlue-Systems zurückgegriffen werden kann.

Aufgrund der sehr empfindlichen Sensierung der Abgasnachbehandlung sind sämtliche Arbeiten mit größter Sorgfalt durchzuführen und die nachfolgenden Punkte dieses und aller anderen relevanten Kapitel strikt einzuhalten.

Jegliche Umbaumaßnahmen sind von dafür ausgebildetem Personal durchzuführen.

Bei Arbeiten am AdBlue-System sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Notwendigkeit einer Inbetriebnahme des Fördermoduls gemäß Reparaturanleitung ist nach allen Arbeiten am Fördermodul zu prüfen, insbesondere nach dem Versetzen oder einem Austausch des Fördermoduls.
- Ein Versetzen des Fördermoduls ist nur innerhalb der in der Installationsübersicht des Fördermoduls (s. Bild 44: Installationsübersicht Fördermodul Euro 6) angegebenen Grenzen zulässig.
- Auf den korrekten Anschluss der Leitungen ist unbedingt zu achten. Gelangt AdBlue ins Kühlsystem besteht die Gefahr von Motorschäden.
- Die Heizwasser-Vorlaufleitung zum AdBlue-Tank darf nicht mit den anderen Leitungen gebündelt werden.
- Leitungen dürfen nicht geknickt werden und sind in ausreichend großen Radien zu verlegen. Bei der Verlegung darf kein Siphon entstehen.
- Stecker an Leitungen dürfen nicht wiederverwendet werden. Es sind grundsätzlich neue, von MAN freigegebene Stecker zu verwenden und mit den freigegebenen Spannschellen zu verpressen.
- Dornprofil darf beim Einpressen in die Leitung nicht gefettet werden.
- Der Gefrierpunkt von AdBlue liegt bei -11°C. Wird die Isolierung des Leitungsstrangs – auch nur teilweise – entfernt, ist eine dem Serien-Leitungsstrang gleichwertige Isolierung gegen Kälte anzubringen.
- Vorhandene Heizleitungen dürfen nicht entfernt werden.
- Die Führung der Heizleitungen, insbesondere die Beheizung der Dosierleitung bis zur Stahlleitung am Schalldämpfer, ist grundsätzlich beizubehalten.
- Die Enden der Isolierung sind mit geeignetem Klebeband zu verschließen.
- Das AdBlue-System – insbesondere neu verpresste Stecker – ist auf Dichtigkeit zu prüfen.

4.12.3.2 AdBlue-Leitungsstrang

Im AdBlue-Leitungsstrang werden Heizwasser (vom Motorkühlmittelkreislauf abgezweigt) und AdBlue geführt. Nachfolgend ist beschrieben, welche Punkte bei Anpassungen des Leitungsstrangs zu beachten sind. Die maximal zulässigen Längen der einzelnen Leitungen stellen gleichzeitig die Grenzen für das Versetzen von Komponenten des AdBlue-Systems dar.

Werden Komponenten des AdBlue-Systems versetzt, so kann eine Anpassung der Einzelleitungen des AdBlue-Leitungsstrangs notwendig sein. Nachfolgend ist beschrieben, wie die Leitungen ausgeführt sind und welche Leitungen jeweils betroffen sind.

Die Anpassung der Leitungen ist im Absatz „Verlängerung/ Verkürzung der Stränge aus den AdBlue- und Heizwasserleitungen“ beschrieben.

Beschreibung der Leitungen:

- Vor- und Rücklaufleitung AdBlue, AdBlue-Dosierleitung Abmessungen: 3,2 x 2,65 mm, Material EPDM, Schlauchfarbe schwarz, weiße Schrift
- Heizwasservorlaufleitung vom Wasserabschaltventil zum AdBlue-Tank und Heizwasserrücklaufleitung Abmessungen: 6 x 3 mm, Material EPDM, Schlauchfarbe schwarz, weiße Schrift
- Heizwasservorlaufleitung zum Wasserabschaltventil Abmessungen: 9x1,5 mm, Material PA, Rohrfarbe schwarz, weiße Schrift

Mindestbiegeradien

- Heizwasserleitung aus PA: mindestens 40 mm
- Heizwasserleitung aus EPDM: mindestens 35 mm
- AdBlue-Leitungen aus EPDM: mindestens 17 mm
- gebündelte Leitungsstränge: mindestens 35 mm

Maximale Längen der Leitungen des AdBlue-Leitungsstrangs:

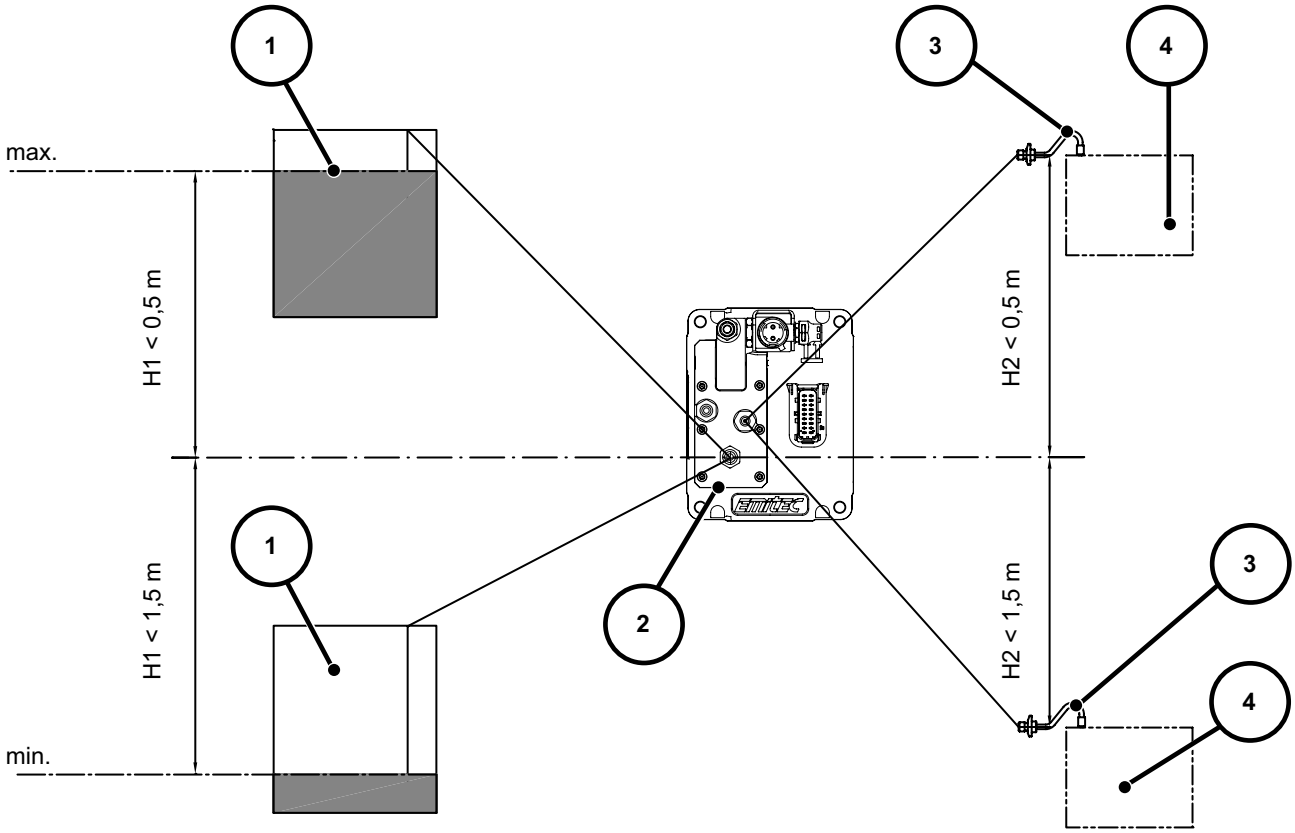
Dosierleitung (zwischen Fördermodul und Abgasschalldämpfer):

- max. 1500 mm
- stetig fallender Verlauf zum Abgasschalldämpfer hin wird empfohlen
- bei steigendem Verlauf können Ablagerungen in der Leitung entstehen

Leitungen zwischen Fördermodul und AdBlue-Tank:

- max. 3000 mm (nur bei horizontaler Leitungsverlegung)
- eine Höhendifferenz von + 500 mm / - 1500 mm ist zulässig (siehe Bild 44: Installationsübersicht Fördermodul Euro 6)

Bild 44: Installationsübersicht Fördermodul Euro 6 ESC-438



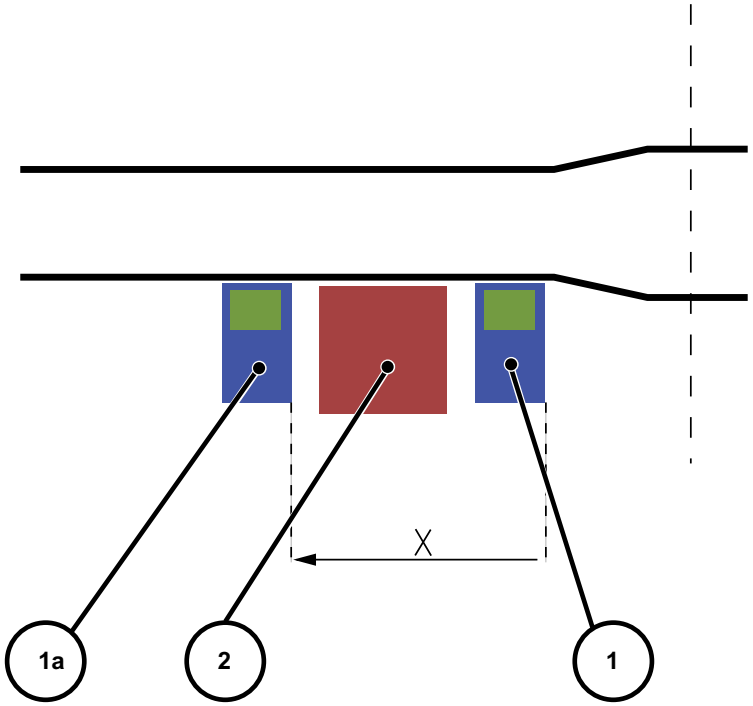
1 = AdBlue-Tank
2 = Fördermodul
3 = Harnstoffdüse
4 = Schalldämpfer

Hinweise zum Anpassen des Leitungsstrangs beim Versetzen von AdBlue-Tank und Fördermodul:

(Bild 45: Versetzen von AdBlue-Tank und Fördermodul)

- Versetzen des AdBlue-Tanks wie im Kapitel 4.12.3.3 „AdBlue-Tank“ beschrieben
- notwendige Anpassungen am Leitungsstrang
  - Heizwasserleitungen vom Motor (Vor- und Rücklauf)
  - Druckluftleitung zum Fördermodul
  - Dosierleitung zum Schalldämpfer (außer Strecke zum Schalldämpfer bleibt unverändert)
  - Ummantelung mittels Wellrohrsystem Co-flex oder Einkürzen des vorhandenen Zippermaterials
- Beschreibung der Leitungsverlängerung, siehe Absatz „Verlängerung/Verkürzung der AdBlue- und Heizwasserleitungen“
- Anpassung des elektrischen Kabelsatzes siehe Kapitel 4.12.3.5 „AdBlue-Kabelstrang“

Bild 45: Versetzen von AdBlue-Tank und Fördermodul ESC-810

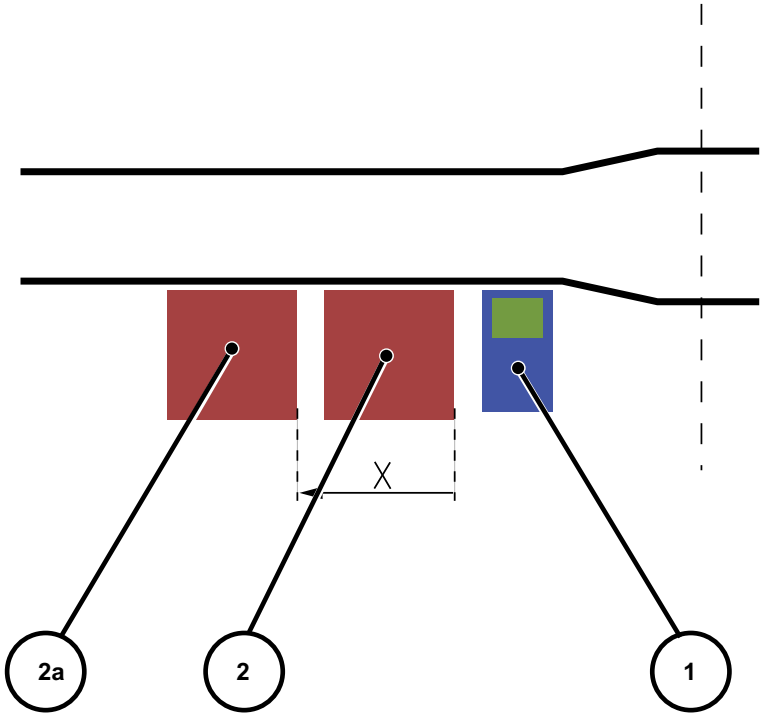


1 = AdBlue-Tank und Fördermodul an Serienposition
1a = AdBlue-Tank und Fördermodul an versetzter Position
2 = Abgasschalldämpfer
X = Wegstrecke, um die das Aggregat versetzt wird, maximale Längen sind zu beachten

Hinweise zum Anpassen des Leitungsstrangs beim Versetzen des Abgasschalldämpfers
(Bild 46: Versetzen des Abgasschalldämpfers):

- Versetzen des Abgasschalldämpfers wie in Kapitel 4.12.2 beschrieben
- notwendige Anpassungen am Leitungsstrang
  - Dosierleitung vom Fördermodul zum Schalldämpfer kürzen oder neu anfertigen
  - Heizwasserleitung zum Beheizen der Dosierleitung kürzen oder neu anfertigen
  - Ummantelung der vorgenannten Leitungen bis zur Stahlleitung am Schalldämpfer mit zweischaligem Wellrohrsystem Co-flex oder Einkürzen des vorhandenen Zippermaterials
- Beschreibung der Leitungsverlängerung, siehe Absatz „Verlängerung/Verkürzung der AdBlue- und Heizwasserleitungen“
- Anpassung des elektrischen Kabelsatzes siehe Kapitel 4.12.3.5 „AdBlue-Kabelstrang“

Bild 46: Versetzen des Abgasschalldämpfers ESC-811

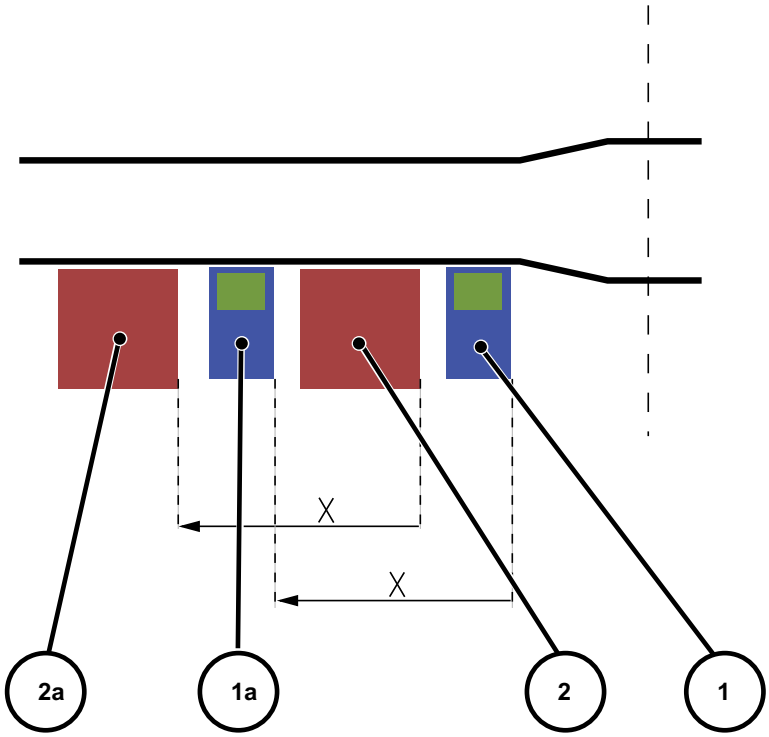


1 = AdBlue-Tank und Fördermodul
2 = Abgasschalldämpfer an Serienposition
2a = Abgasschalldämpfer an versetzter Position
X = Wegstrecke, um die das Aggregat versetzt wird, maximale Längen sind zu beachten

Hinweise zum Anpassen des Leitungsstrangs beim Versetzen von Schalldämpfer, AdBlue-Tank und Fördermodul:
(Bild 47: Versetzen von Abgasschalldämpfer, AdBlue-Tank und Fördermodul)

- Versetzen des Abgasschalldämpfers wie in Kapitel 4.12.2 beschrieben.
- Versetzen des AdBlue-Tanks wie im Kapitel 4.12.3.3 „AdBlue-Tank“ beschrieben.
- notwendige Anpassungen am Leitungsstrang
  - Heizwasserleitungen vom Motor (Vor- und Rücklauf)
  - Druckluftleitung zum Fördermodul
  - Ummantelung mittels Wellrohrsystem Co-flex oder Einkürzen des vorhandenen Zippermaterials
- Beschreibung der Leitungsverlängerung, siehe Absatz „Verlängerung/Verkürzung der AdBlue- und Heizwasserleitungen“.
- Elektrische Verkabelung kann an der Trennstelle (X 3212) nach dem Motorsteuergerät verlängert werden, siehe dazu Kapitel 4.12.3.5 „AdBlue-Kabelstrang“ (Trennstelle a).

Bild 47: Versetzen von Abgasschalldämpfer, AdBlue-Tank und Fördermodul ESC-812



1	=	AdBlue-Tank und Fördermodul an Serienposition
1a	=	AdBlue-Tank und Fördermodul an versetzter Position
2	=	Abgasschalldämpfer an Serienposition
2a	=	Abgasschalldämpfer an versetzter Position
X	=	Wegstrecke, um die das Aggregat versetzt wird, maximale Längen sind zu beachten

Verlängerung/Verkürzung der AdBlue- und Heizwasserleitungen:

Nachfolgend ist beschrieben, welche Teile notwendig sind um Einzelleitungen aus dem AdBlue-Leitungsstrang anzufertigen. Die Teile können über den MAN Ersatzteildienst bezogen werden. Die Einzelteile sind im Kapitel 4.12.3.6 „Teileliste“ aufgeführt. Bei der Anfertigung von Einzelleitungen sind die bereits beschriebenen maximalen Leitungslängen einzuhalten.

Zusätzliche Hinweise für die Anpassung von Leitungssträngen.

- Zusätzliche Trennstellen in Leitungen des AdBlue-Leitungsstrangs sind nicht zulässig.
- AdBlue-Leitungen müssen von Stecker bis Stecker aus einem Stück hergestellt sein.
- Leitungen sind über den MAN Ersatzteildienst als Meterware erhältlich.
- Stecker der Heizwasservorlaufleitung am Wasserabschaltventil (Bild 48: Anschluss Heizwasservorlaufleitung an Wasserabschaltventil) nicht abmontieren. Verlängerung der Heizwasservorlaufleitung nur im Bereich der PA-Leitung vom Motor zum Wasserabschaltventil.

Bild 48: Anschluss Heizwasservorlaufleitung an Wasserabschaltventil ESC-491

Teilesätze für die Anfertigung einzelner Leitungen

- Teilesatz zur Anfertigung einer Dosierleitung
  - Dosierleitung (Meterware) – (MAN Sachnummer: 04.27405.0092)
  - VOSS-Stecker gerade (am Schalldämpfer) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6036)
  - VOSS-Winkelstecker (am Fördermodul) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6037)
  - Spannschellen Oetiker – (Oetiker-Nr. 16700004)

- Teilesatz zur Anfertigung einer AdBlue-Vorlaufleitung
  - AdBlue-Leitung (Meterware) - (MAN Sachnummer: 04.27405.0092)
  - VOSS-Winkelstecker (am AdBlue-Tank) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6042)
  - VOSS Winkelstecker (am Fördermodul) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6041)
  - Spannschellen Oetiker – (Oetiker-Nr: 16700004)

- Teilesatz zur Anfertigung einer AdBlue-Rücklaufleitung
  - AdBlue-Leitung (Meterware) – (MAN Sachnummer: 04.27405.0092)
  - VOSS-Winkelstecker (am Fördermodul) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6042)
  - VOSS Winkelstecker (am AdBlue-Tank) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6041)
  - Spannschellen Oetiker – (Oetiker-Nr: 16700004)

- Teilesatz zur Anfertigung einer Heizwasser-Vorlaufleitung
  - Heizleitung (Meterware) – (MAN Sachnummer: 04.27405.0090)
  - VOSS-Winkelstecker (am Wasserabschaltventil) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6015)
  - VOSS Winkelstecker (am AdBlue-Tank) - (MAN Sachnummer: 81.98180.6035)
  - Spannschellen Oetiker – (Oetiker-Nr: 16700014)

- Teilesatz zur Anfertigung einer Heizwasser-Rücklaufleitung
  - Heizleitung (Meterware) – (MAN Sachnummer: 04.27405.0090)
  - VOSS-Stecker gerade (am Motor) – (MAN Sachnummer: 81.98180.6026)
  - VOSS Winkelstecker (am AdBlue-Tank) - (MAN Sachnummer: 81.98180.6035)
  - Spannschellen Oetiker – (Oetiker-Nr: 16700014)

- Teilesatz zur Anfertigung von Heizleitungen zum Wasserabschaltventil
  - Heizleitung – PA-Rohre, Abmessung 9 x 1,5
  - gerader Verbinder – (MAN Sachnummer: 81.98181.0201)

- Teilesatz zur Anfertigung einer Druckluftleitung zum Fördermodul
  - Druckluftleitung – PA-Rohr nach DIN 74324 Teil 1 oder MAN Norm M 3230 Teil 1
  - gerader Verbinder – (MAN Sachnummer: 81.98181.6043)

- Teilesatz zur Anfertigung einer Ummantelung/Isolierung
  - zweischaliges Wellrohr Co-flex
  - oder Zippermaterial (nur mit Spezialwerkzeug montierbar)

4.12.3.3 AdBlue-Tank

Nachfolgend ist beschrieben, welche Punkte bei Veränderungen des AdBlue-Tank zu beachten sind.
Beim Versetzen des AdBlue-Tanks sind die unter Kapitel 4.12.3.2 – „AdBlue-Leitungsstrang“ beschriebenen Leitungslängen einzuhalten.

Einbau eines größeren AdBlue-Tanks

Für jede Fahrzeugbaureihe werden von MAN ab Werk als Ausstattungsvarianten AdBlue-Tanks in unterschiedlichen Größen angeboten. Der nachträgliche Einbau eines größeren AdBlue-Tanks ist möglich, wenn dieser von MAN für die jeweilige Baureihe freigegeben ist. Dabei wird fach- und sachgerechter Umbau von geschultem Personal vorausgesetzt. Für die korrekte Funktion der Füllstandsensierung ist eine Parametrierung des Fahrzeugs notwendig.

Versetzen des AdBlue-Tanks

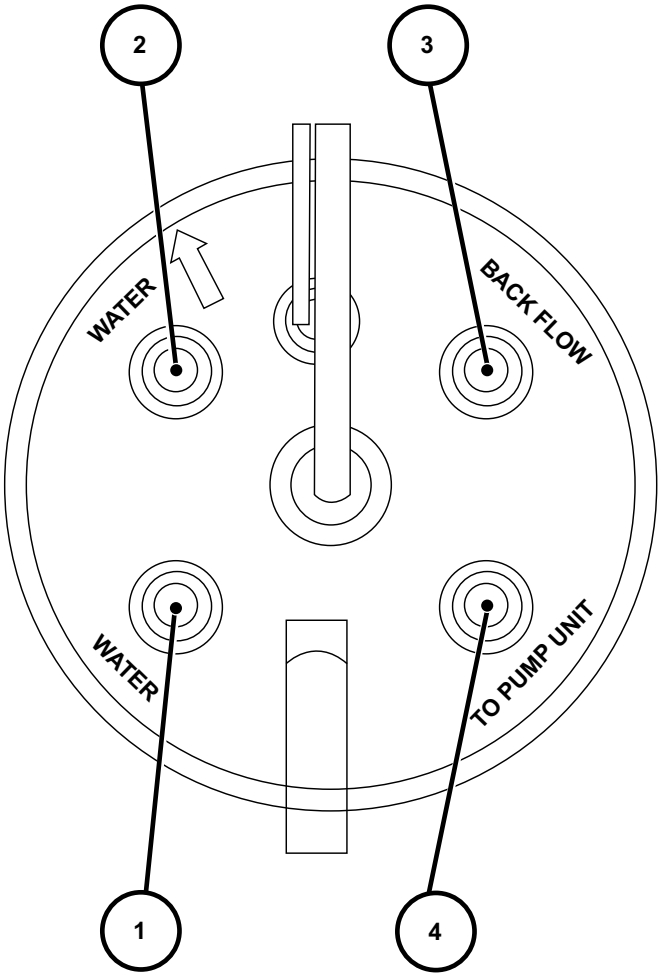
Abhängig vom Aufbaukonzept kann ein Versetzten des AdBlue-Tanks notwendig sein. Nachfolgend ist beschrieben, welche Punkte dabei beachtet werden müssen.

Beim Versetzen des AdBlue-Tanks ist die originale Halterung zu verwenden. Ein evtl. Schrägstand des AdBlue-Tanks durch das Versetzen in den Rahmenknick kann z. B. durch Distanzhülsen ausgeglichen werden.

Die AdBlue-Tanks haben vier Leitungsanschlüsse. Zwei Leitungen für Heizwasser (Vor- und Rücklauf) und zwei Leitungen für AdBlue (Vor- und Rücklauf). Die einzelnen Leitungen sind gekennzeichnet, was in den nachfolgenden Absätzen beschrieben ist.

Vor der Inbetriebnahme des Fahrzeugs ist unbedingt zu prüfen ob alle Leitungen richtig angeschlossen sind.
Gelangt AdBlue in das Kühlwasser entstehen Motorschäden (Bild 49: Leitungsanschlüsse am AdBlue-Tank).

Bild 49: Leitungsanschlüsse am AdBlue-Tank ESC-439



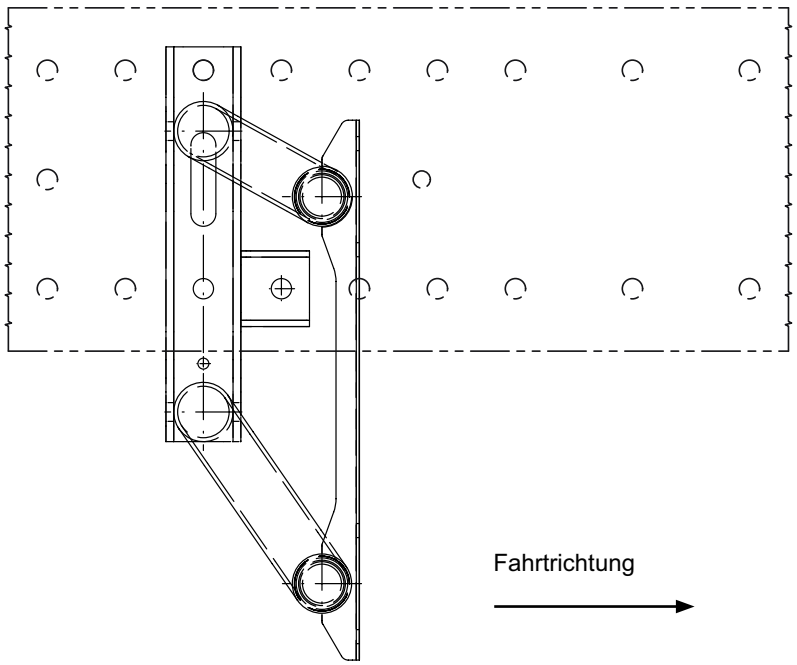
1 = Heizwasser Vorlauf
2 = Heizwasser Rücklauf
3 = AdBlue-Rücklauf
4 = AdBlue-Vorlauf

Die Anpassung der Leitungen ist im Absatz „Verlängerung/ Verkürzung der Stränge aus den AdBlue- und Heizwasserleitungen“ beschrieben.

Der AdBlue-Tank ist zusammen mit dem Fördermodul auf einem Halter montiert. Ab Werk dient dieser Halter auch für die Befestigung der vorderen Kotflügel. Wird der AdBlue-Tank versetzt, ist es notwendig, am entsprechenden Kotflügel eine neue Halterung anzubringen.

Hierzu kann ein über den MAN Ersatzteildienst verfügbarer Rohr-Kotflügelhalter verwendet werden (Bild 50: Rohr-Kotflügelhalter).
Für den Rohr-Kotflügelhalter sind ca. 40 mm Bauraum vorzusehen.

Bild 50: Rohr-Kotflügelhalters ESC-440



4.12.3.4 AdBlue-Fördermodul

Nachfolgend ist beschrieben, an welchen Positionen das Fördermodul ab Werk verbaut ist und welche Punkte bei einem Versetzen des Fördermoduls beachtet werden müssen.

Das Fördermodul wird bei den Baureihen TGL und TGM ab Werk auf dem gleichen Halter wie der AdBlue-Tank

Die serienmäßigen Positionen sind auf den nachfolgenden Bildern 51 bis 53 dargestellt:

Bild 51: Fördermodul seitlich am Rahmen, TGL: C-Fhs, TGM: C/L/LX-Fhs ESC-441

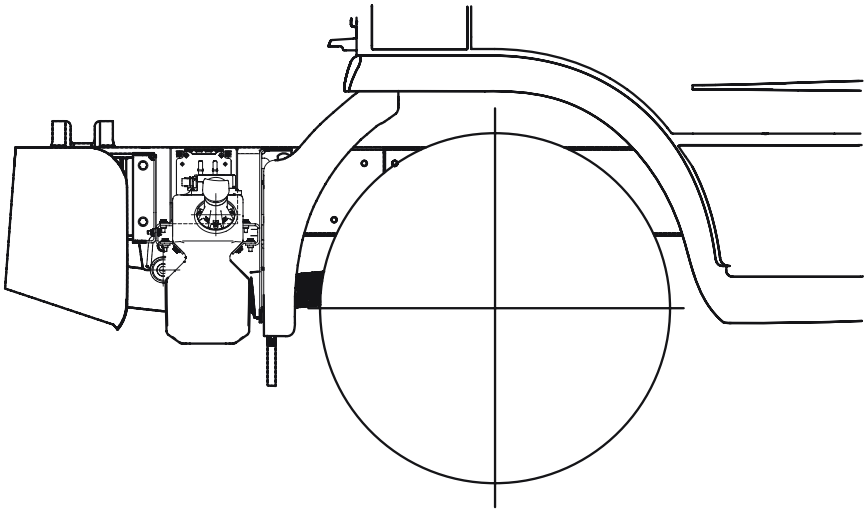


Bild 52: Fördermodul über Rahmenoberkante, TGL: L/LX-Fhs ESC-442

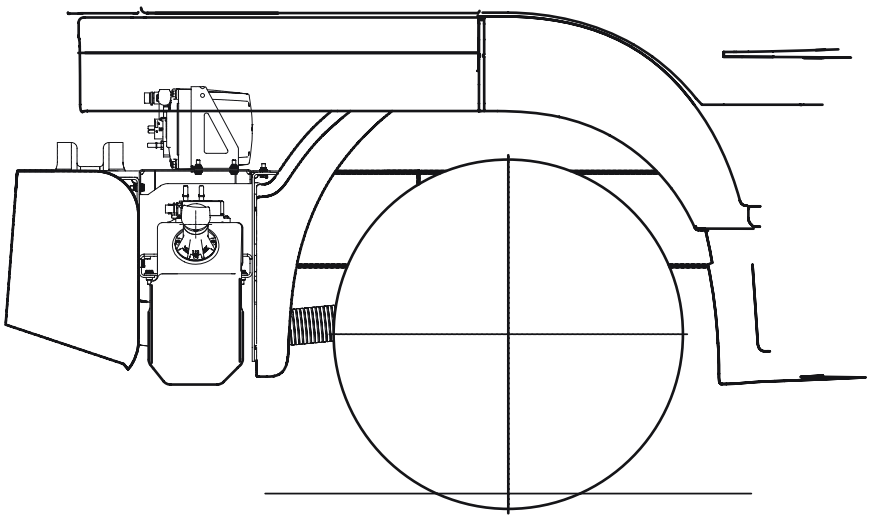
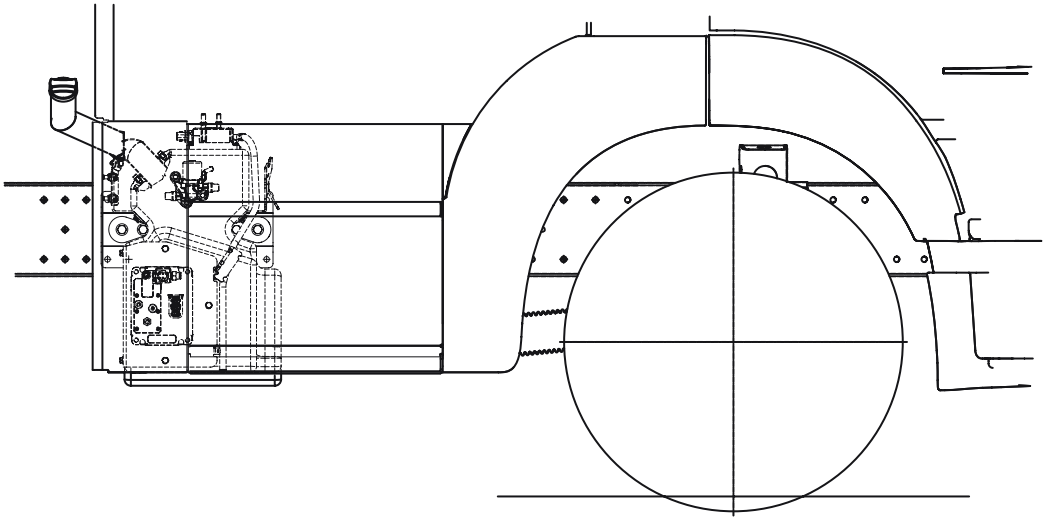


Bild 53: Fördermodul bei Doka ESC-443



Wird das Fördermodul getrennt vom AdBlue-Tank versetzt, dann ist für das Fördermodul vom Umbauer ein zur Serienlösung gleichwertiger Halter zu erstellen.

4.12.3.5 AdBlue-Kabelstrang

Bei Veränderungen am AdBlue-System kann es erforderlich sein, den elektrischen Kabelstrang anzupassen.

Nachfolgend sind der Kabelstrang, mögliche Trennstellen sowie die zu verwendenden Steckverbindungen beschrieben.

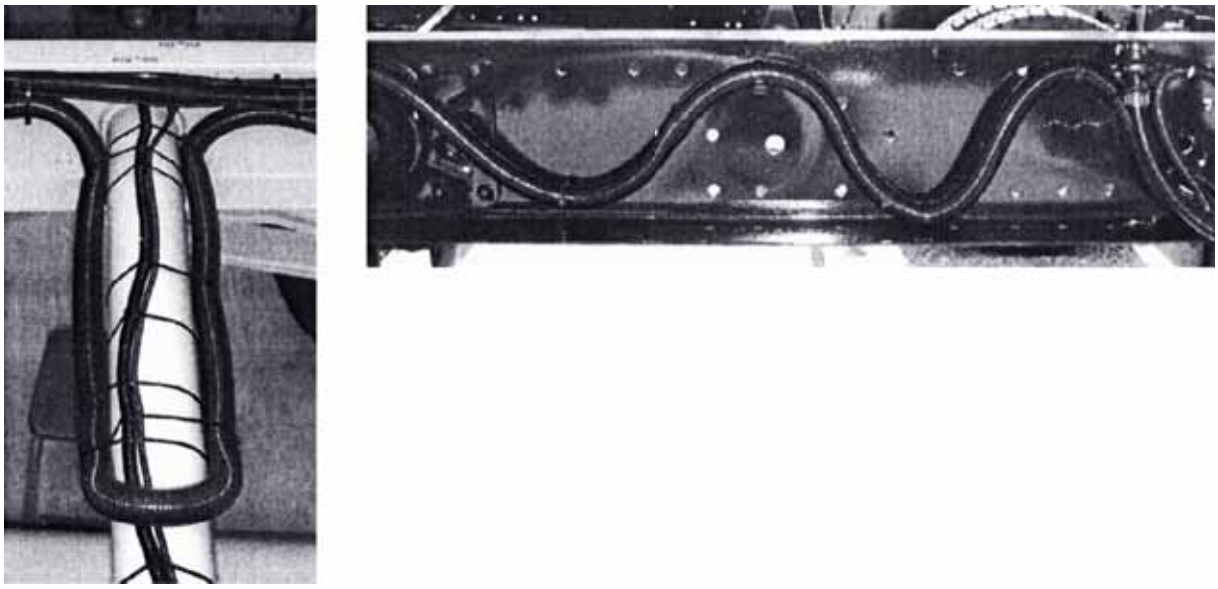
Bei allen Kabelverlegungen ist folgendes zu beachten:

- Überlängen dürfen nicht im „Ring“ spulenmäßig verlegt werden, sondern nur in „Schlaufen“ längs des Kabelstrangs (s. Bild 54: Kabelverlegung).

Bild 54: Kabelverlegungen ESC-444

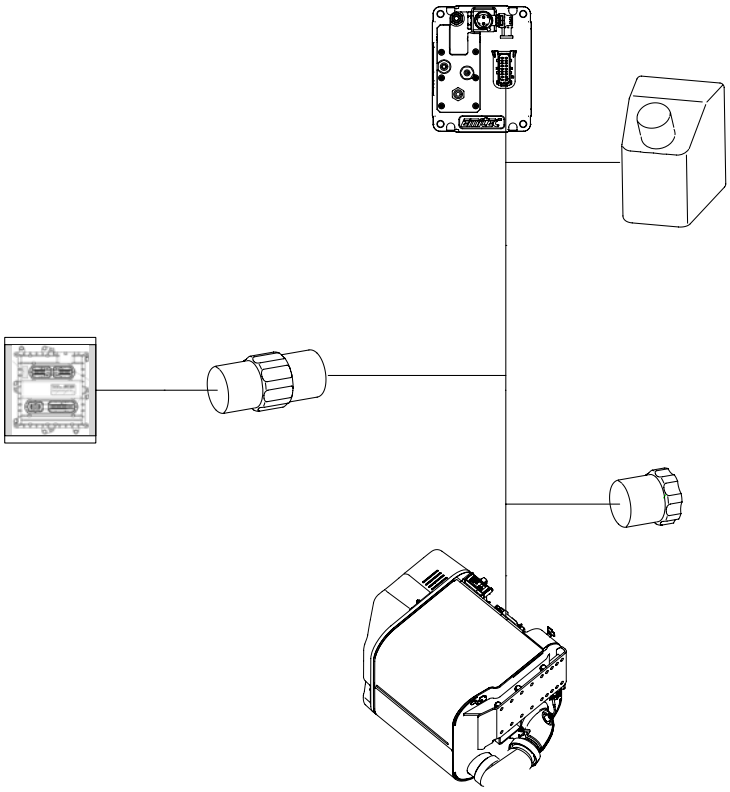
- Die Befestigung des Kabelstrangs muss so erfolgen, dass keine Relativbewegungen zum Rahmen stattfinden (Scheuergefahr!) (Bild 55: Verlegebeispiele).

Bild 55: Verlegebeispiele ESC-445



Die folgende Darstellung zeigt schematisch den originalen MAN Kabelstrang (Bild 56: Kabelstrang schematisch).

Bild 56: Kabelstrang schematisch ESC-640

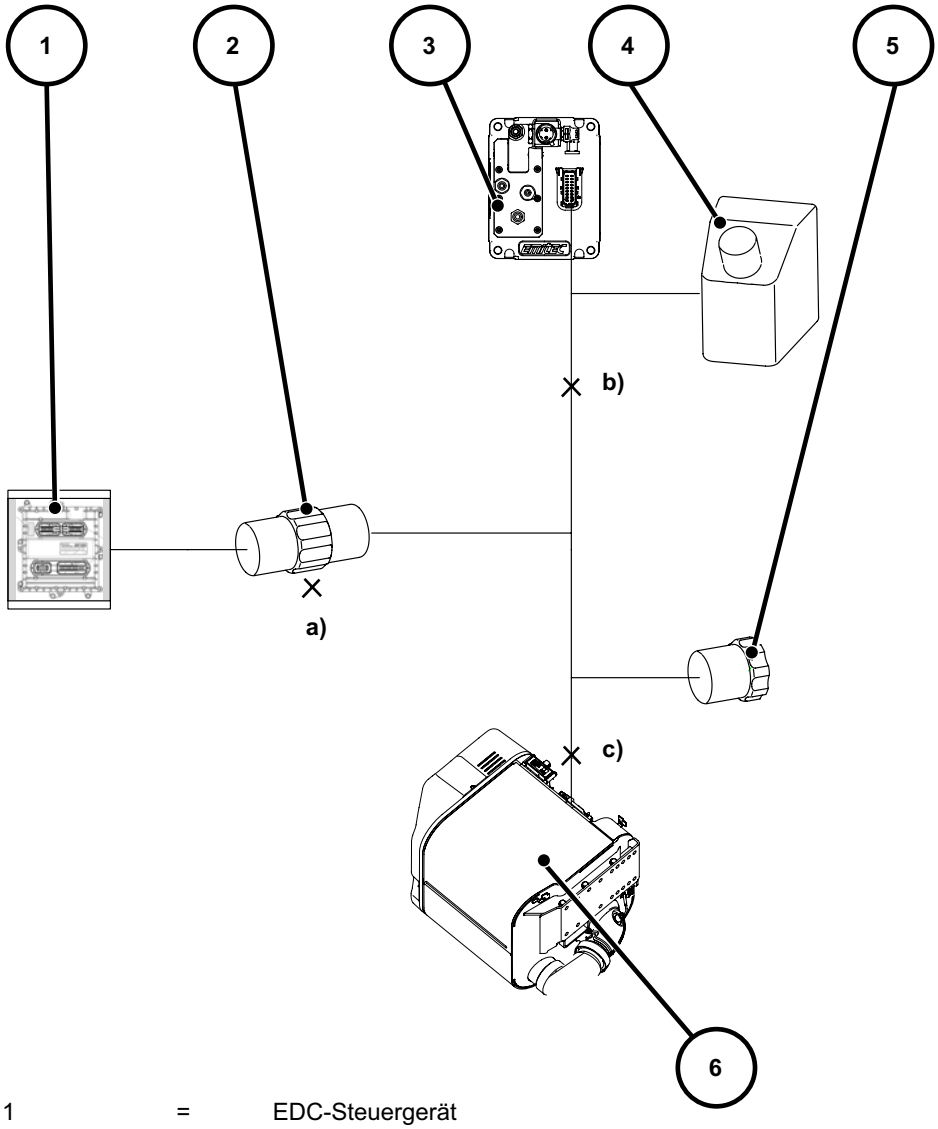


Zur Anpassung des elektrischen Kabelstrangs vom Motorkabelstrang zum Fördermodul und zum Abgasschalldämpfer gibt es zwei zulässige Möglichkeiten.

Zum einen kann der längste verfügbare original MAN-Kabelstrang (MAN Sachnummer: 85.25423.6059, Bezug über MAN Ersatzteildienst) verwendet werden. Überlängen können wie nachfolgend beschrieben am Fahrgestellrahmen verlegt werden. Fach- und sachgerechter Einbau wird jeweils vorausgesetzt.

Zum anderen kann der Kabelstrang an den nachfolgend gekennzeichneten Stellen aufgetrennt werden (siehe Bild 57).
Zur Anpassung der Kabelstranglänge stellt MAN über den Ersatzteildienst passende Stecker zur Verfügung.

Bild 57: Trennstellen ESC-640a



1	=	EDC-Steuergerät
2	=	Trennstelle X 3212
3	=	Fördermodul
4	=	AdBlue-Tank
5	=	Leitungsverbinder „Masse“
6	=	Abgasschalldämpfer
a), b), c)	=	Trennstelle

Nachfolgend sind die jeweiligen Steckverbindungen mit den benötigten Einzelteilen und der Pinbelegung aufgeführt.

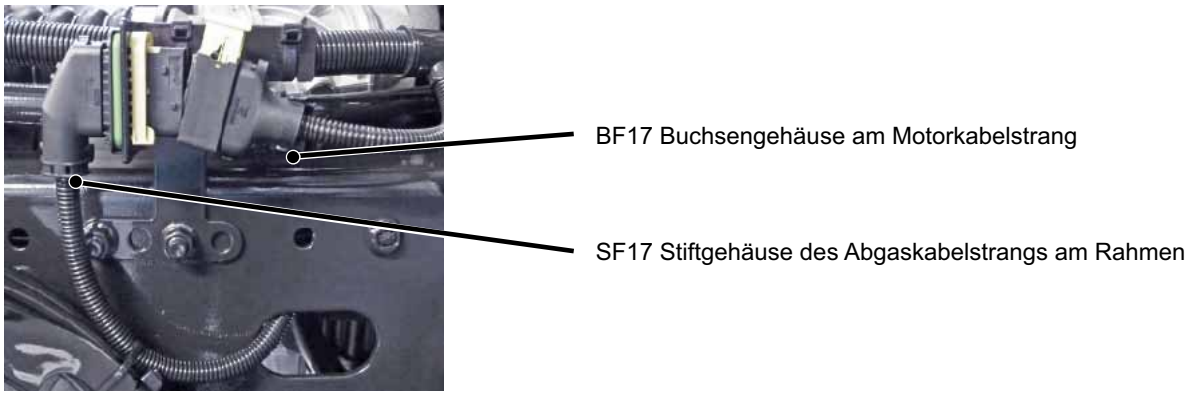
Trennstelle a):

- Verlängerung des Kabelstrangs an der Steckverbindung X3212 am EDC-Steuergerät
  - Verlängerung mit den nachfolgend beschriebenen Kabeln, dem Stecker und der Buchse anfertigen
  - Stecker von der Buchse am Motorkabelstrang abziehen und Verlängerungskabel einsetzen (siehe Bild 58: Steckverbindung X3212 am Motorkabelstrang)

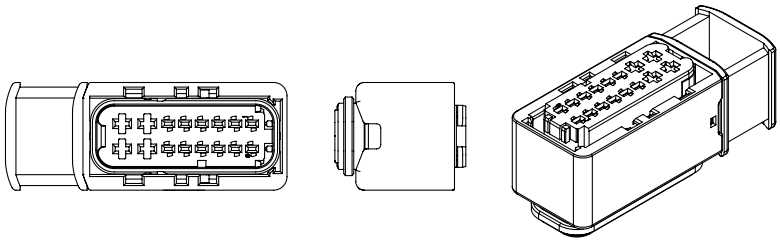
Tabellen 18: Steckverbindung X3212 am EDC-Steuergerät

Trennstelle Abgaskabelstrang X3212 - Aufbauerlösung

12 + 4 polig BF17 - SF17



Buchsengehäuse BF17 MAN Sachnummer: 81.25475-0303



Material für BF17 Buchsengehäuse			
Stück	MAN Code	MAN Sachnummer	Teilebenennung
1	BF17	81.25475-0303	Buchsengehäuse
1	AW99	81.25433-0293	Wellrohradapter 180°
1	AR17	81.25433-0118	Einlegereduzierung 13-10
1	AR59	81.25433-0176	Einlegereduzierung 17-13
10	DL11	07.91163-0069	Einzeladerabdichtung
1	DL25	82.25435-0090	Einzeladerabdichtung
2	DL26	07.91163-0077	Einzeladerabdichtung
1	DL27	07.91163-0065	Einzeladerabdichtung
2	DL40	07.91163-0086	Einzeladerabdichtung
12	XU61-1<0	07.91201-6025	Kontakte (Einzelware)
1	XH22-1<0	07.91201-0656	Kontakte (Einzelware)
2	XH22-2<5	07.91201-0657	Kontakte (Einzelware)

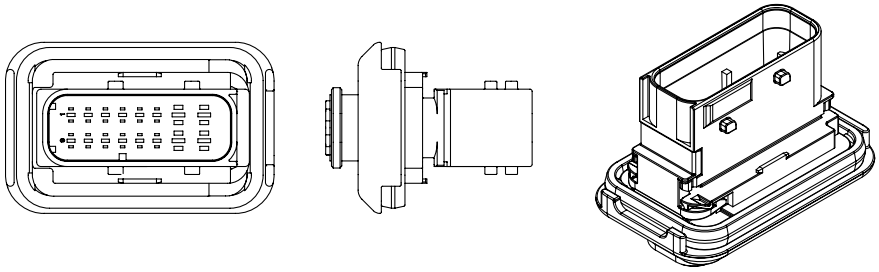
Tabellen 18: Steckverbindung X3212 am EDC-Steuergerät (Fortsetzung)

Pinbelegung BF17 Buchsengehäuse				
PIN	Leitung	Querschnitt mm^2	Kontakt	Dichtungseinsatz
1	90127	0,75	XU61-1<0	DL11
2	90126	0,75	XU61-1<0	DL11
3	90147	0,75	XU61-1<0	DL11
4	90128	0,75	XU61-1<0	DL11
5	90311	0,75	XU61-1<0	DL11
6	90321	0,75	XU61-1<0	DL11
7	90004	1,5	XH22-2<5	DL26
8	31000	1,5	XH22-2<5	DL26
9	15038	0,75	XU61-1<0	DL11
10	90011	0,75	XU61-1<0	DL11
11	191	0,75	XU61-1<0	DL11
12	192	0,75	XU61-1<0	DL11
13	90008	1	XU61-1<0	DL40
14	31000	1	XU61-1<0	DL40
15	90011	0,75	XU61-1<0	DL25
16	frei	-	-	DL27 (Blindstopfen)

Material für Kabelsatz		
Stück	MAN Sachnummer	Material / Leitung
1	07.08302-1191	Leitung FLRYW-2X 0,75-GE-OR-191-192
9	07.08181-0343	Leitung FLRY-0,75-GEOR
1	07.08181-0576	Leitung FLRY-1-BRGE
1	07.08181-0506	Leitung FLRY-1-GE
1	07.08181-0776	Leitung FLRY-1,5-BRGE
1	07.08181-0706	Leitung FLRY-1,5-GE
1	04.37135-9938	Wellrohr 10

Tabellen 18: Steckverbindung X3212 am EDC-Steuergerät (Fortsetzung)

Stiftgehäuse SF17 MAN Sachnummer: 81.25475-0336



Material für SF17 Stiftgehäuse			
Stück	MAN Code	MAN Sachnummer	Teilebenennung
1	SF17	81.25475-0336	Stiftgehäuse
1	AWA2	81.25433-0299	Wellrohradapter 90°
1	AR17	81.25433-0118	Einlegereduzierung 13-10
1	AR59	81.25433-0176	Einlegereduzierung 17-13
10	DL11	07.91163-0069	Einzeladerabdichtung
1	DL25	82.25435-0090	Einzeladerabdichtung
2	DL26	07.91163-0077	Einzeladerabdichtung
1	DL27	07.91163-0065	Einzeladerabdichtung
2	DL40	07.91163-0086	Einzeladerabdichtung
12	XG61-1<0	07.91202-1000	Kontakte (Einzelware)
1	XG22-1<0	07.91202-0671	Kontakte (Einzelware)
2	XG22-2<5	07.91202-0672	Kontakte (Einzelware)
1	GV60	81.25475-0339	Verriegelungsschieber

Pinbelegung SF17 Stiftgehäuse				
PIN	Leitung	Querschnitt mm^2	Kontakt	Dichtungseinsatz
1	90127	0,75	XG61-1<0	DL11
2	90126	0,75	XG61-1<0	DL11
3	90147	0,75	XG61-1<0	DL11
4	90128	0,75	XG61-1<0	DL11
5	90311	0,75	XG61-1<0	DL11
6	90321	0,75	XG61-1<0	DL11
7	90004	1,5	XG22-2<5	DL26
8	31000	1,5	XG22-2<5	DL26
9	15038	0,75	XG61-1<0	DL11
10	90011	0,75	XG61-1<0	DL11
11	191	0,75	XG61-1<0	DL11
12	192	0,75	XG61-1<0	DL11
13	90008	1	XG61-1<0	DL40
14	31000	1	XG61-1<0	DL40
15	90011	0,75	XG22-1<0	DL25
16	frei		XG61-1<0	DL27 (Blindstopfen)

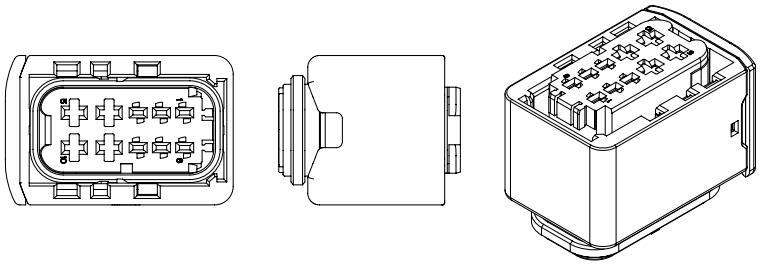
Trennstelle b):

- Verlängerung des Kabelstrangs zum Fördermodul und AdBlue-Tank
  - Verlängerung mit den nachfolgend beschriebenen Kabeln, dem Stecker und der Buchse anfertigen
  - Kabelstrang an der beschriebenen Schnittstelle auftrennen und Kabel mit nachfolgend beschriebenem Stecker und Buchse konfektionieren
    (siehe **Tabellen** 19a,b,c,d: Steckverbindung an AdBlue-Tank und Fördermodul)
  - Verlängerung in den Kabelstrang einsetzen

Tabellen 19: Steckverbindung an AdBlue-Tank und Fördermodul

Trennstelle Abgaskabelstrang Aufbauerlösung 10(6+4) polig BF31 - SF31 mit Pining
Adapter im Kabelstrang - Ast „Y“ zum Fördermodul - Tankgeber

Buchsengehäuse BF31 MAN Sachnummer: nicht verfügbar / TE Connectivity Nummer: 1-1564514-1



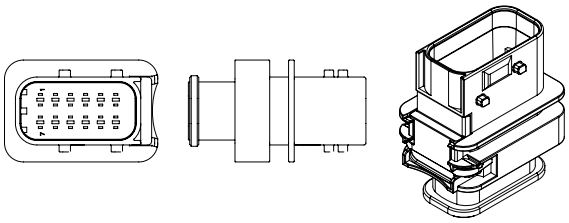
Material für BF31 Buchsengehäuse			
Stück	MAN Code	MAN Sachnummer	Teilebenennung
	BF31	TE Connectivity Nummer: 1-1564514-1	Buchsengehäuse
1	AW94	81.25433-0292	Adapter HDSCS D-180° - NW13
1	AR17	81.25433-0118	Einlegereduzierung NW13 - NW10
1	AR47	81.25433-0006	Einlegereduzierung NW10 - NW8,5
6	XU60-1<0	07.91201-6020	Kontakt (Einzelware)
1	XH20-1<0	07.91201-0637	Kontakt (Einzelware)
2	XH20-2<5	07.91201-0638	Kontakt (Einzelware)
6	DL11	07.91163-0069	Dichtungseinsatz
1	DL25	82.25435-0090	Dichtungseinsatz
2	DL26	07-91163-0077	Dichtungseinsatz
1	DL27	07.91163-0065	Blindstopfen

Pinbelegung BF31 Buchsengehäuse				
PIN	Leitung	Querschnitt mm^2	Kontakt	Dichtungseinatz
1	191	0,75	XU60-1<0	DL11
2	192	0,75	XU60-1<0	DL11
3	31000	0,75	XU60-1<0	DL11
4	31000	1,5	XH20-2<5	DL26
5	90008	1	XH20-1<0	DL25
6	90311	0,75	XU60-1<0	DL11
7	90321	0,75	XU60-1<0	DL11
8	15038	0,75	XU60-1<0	DL11
9	90004	1,5	XH20-2<5	DL26
10	frei	-	-	DL27 (Blindstopfen)

Tabellen 19: Steckverbindung an AdBlue-Tank und Fördermodul (Fortsetzung)

Material für Kabelsatz		
Stück	MAN Sachnummer	Material / Leitung
1	07.08302-1191	Leitung FLRYW-2X 0,75-GE-OR-191-192
1	07.08181-0385	Leitung FLRY-0,75-BROR
3	07.08181-0343	Leitung FLRY-0,75-GEOR
1	07.08181-0506	Leitung FLRY-1-GE
1	07.08181-0776	Leitung FLRY-1,5-BRGE
1	07.08181-0706	Leitung FLRY-1,5-GE
1	04.37135-9938	Wellrohr NW 8,5

Stiftgehäuse SF31 MAN Sachnummer: nicht verfügbar / TE Connectivity Nummer: 1-1564516-1



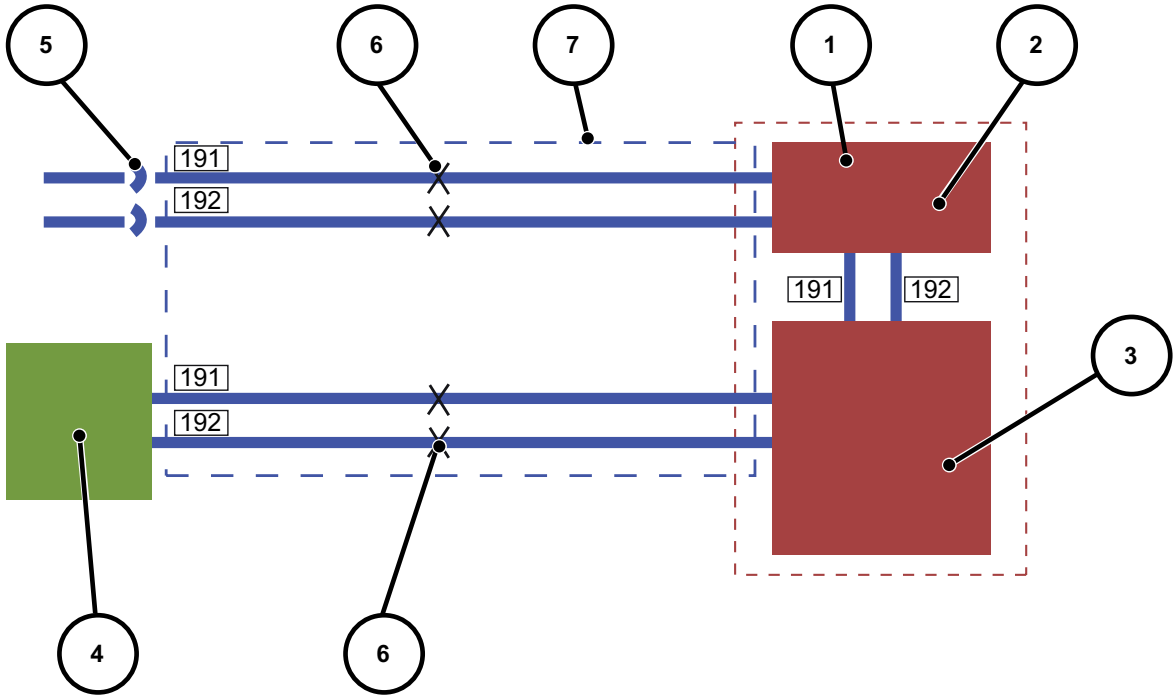
Material für SF31 Stiftgehäuse			
Stück	MAN Code	MAN Sachnummer	Teilebenennung
1	SF31	TE Connectivity Nummer: 1-1564516-1	Stiftgehäuse
1	AW94	81.25433-0292	Adapter HDSCS D-180° - NW13
1	AR17	81.25433-0118	Einlegereduzierung NW13 - NW10
1	AR47	81.25433-0006	Einlegereduzierung NW10 - NW8,5
1	GV59	81.25475-0338	Verriegelungsschieber Gr.: „D“ gelb
6	XG60-1<0	07.61201-0255	Kontakt (Bandware)
1	XG20-1<0	07.91202-0603	Kontakt (Einzelware)
2	XG20-2<5	07.91202-0604	Kontakt (Einzelware)
6	DL11	07.91163-0069	Dichtungseinsatz
1	DL25	82.25435-0090	Dichtungseinsatz
2	DL26	07-91163-0077	Dichtungseinsatz
1	DL27	07.91163-0065	Blindstopfen

Pinbelegung SF31 Stiftgehäuse				
PIN	Leitung	Querschnitt mm^2	Kontakt	Dichtungseinatz
1	191	0,75	XG60-1<0	DL11
2	192	0,75	XG60-1<0	DL11
3	31000	0,75	XG60-1<0	DL11
4	31000	1,5	XG20-2<5	DL26
5	90008	1	XG20-1<0	DL25
6	90311	0,75	XG60-1<0	DL11
7	90321	0,75	XG60-1<0	DL11
8	15038	0,75	XG60-1<0	DL11
9	90004	1,5	XG20-2<5	DL26
10	frei	-	-	DL27 (Blindstopfen)

Trennstelle c):

- Verlängerung des Kabelstrangs zum Schalldämpfer
  - Verlängerung mit den nachfolgend beschriebenen Kabeln, dem Stecker und der Buchse anfertigen
  - Kabelstrang an der beschriebenen Schnittstelle auftrennen und Kabel mit nachfolgend beschriebenem Stecker und Buchse konfektionieren (siehe Tabelle 20: Steckverbindung am Abgasschalldämpfer)
  - Bei der Belegung von Stecker und Buchse ist darauf zu achten, dass die CAN-Leitungen nicht vertauscht werden
  - CAN-Leitungen einzeln auftrennen und zueinander markieren, da die Leitungen 191 und 192 an dieser Trennstelle zweimal vorhanden sind. (siehe Bild 58: CAN-Datenbus Leitungen an der Trennstelle am Abgasschalldämpfer)
  - Verlängerung in den Kabelstrang einsetzen

Bild 58: CAN-Datenbus Leitungen an der Trennstelle am Abgasschalldämpfer ESC-814



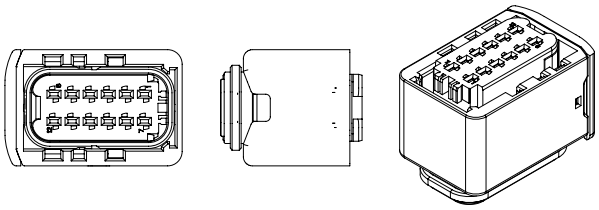
1 = Abgasschalldämpfer
2 = NO_x-Sensor
3 = Thermoelement mit Auswertelektronik
4 = AdBlue-Fördermodul
5 = Trennstelle am EDC-Steuergerät
6 = Trennstellen Kabelstrang
7 = Ummantellung Kabelstrang

Tabellen 20: Steckverbindung am Abgasschalldämpfer

Trennstelle Abgaskabelstrang zum Abgasschalldämpfer Buchse (BF15) und Stecker (SF15) – 12 polig

Achtung:
Bei Belegung von Stecker und Buchse ist darauf zu achten, dass die CAN-Leitungen 191 und 192 auf PIN 1 und 2 nicht mit den CAN-Leitungen 191 und 192 auf PIN 11 und 12 vertauscht werden!

Buchsengehäuse BF15 MAN Sachnummer: 81.25475-0283



Material für BF15 Buchsengehäuse			
Stück	MAN Code	MAN Sachnummer	Teilebenennung
1	BF15	81.25475-0283	Buchsengehäuse
12	XU60-1<0	07.91201-6020	Kontakt 0,75mm²
12	DL11	07.91163-0069	Dichtungseinsatz
1	AW94	81.25433-0292	Wellrohradapter NW13
1	AR17	81.25433-0118	Einlegereduzierung NW13-NW10
1	AR47	88.25433-0006	Einlegereduzierung NW10-NW8,5

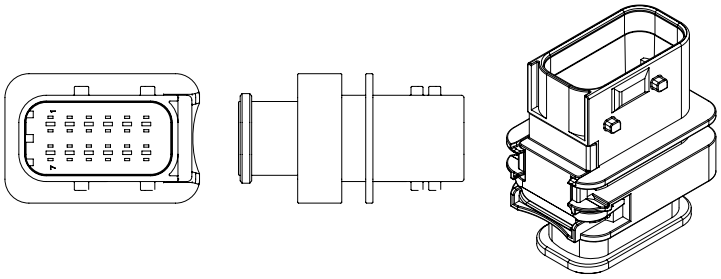
Pinbelegung BF15 Buchsengehäuse				
PIN	Leitung	Querschnitt mm²	Kontakt	Dichtungseinsatz
1	191	0,75	XU60-1<0	DL11
2	192	0,75	XU60-1<0	DL11
3	90126	0,75	XU60-1<0	DL11
4	90147	0,75	XU60-1<0	DL11
5	90128	0,75	XU60-1<0	DL11
6	90127	0,75	XU60-1<0	DL11
7	90011	0,75	XU60-1<0	DL11
8	90011	0,75	XU60-1<0	DL11
9	31000	0,75	XU60-1<0	DL11
10	31000	0,75	XU60-1<0	DL11
11	191	0,75	XU60-1<0	DL11
12	192	0,75	XU60-1<0	DL11

Material für Kabelsatz		
Stück	MAN Sachnummer	Material / Leitung
1	07.08302-1191	Leitung FLRYW-2X 0,75-GE-OR-191-192
8	07.08181-0343	Leitung FLRY-0,75-GEOR
2	07.08181-0385	Leitung FLRY-0,75-BROR
1	04.37135-9938	Wellrohr NW8,5

Tabellen 20: Steckverbindung am Abgasschalldämpfer (Fortsetzung)

Trennstelle Abgaskabelstrang zum Abgasschalldämpfer Stecker (SF15) - 12 polig

Stiftgehäuse SF15 MAN Sachnummer: 81.25475-0285



Material für SF15 Stiftghäuse			
Stück	MAN Code	MAN Sachnummer	Teilebenennung
1	SF15	81.25475-0285	Stiftgehäuse
12	XU60-1<0	07.91201-6020	Kontakt 0,75mm^2
12	DL11	07.91163-0069	Dichtungseinsatz
1	AW94	81.25433-0292	Wellrohradapter NW13
1	AR17	81.25433-0118	Einlegereduzierung NW13-NW10
1	AR47	88.25433-0006	Einlegereduzierung NW10-NW8,5

Pinbelegung SF15 Stiftgehäuse				
PIN	Leitung	Querschnitt mm^2	Kontakt	Dichtungseinsatz
1	191	0,75	XU60-1<0	DL11
2	192	0,75	XU60-1<0	DL11
3	90126	0,75	XU60-1<0	DL11
4	90147	0,75	XU60-1<0	DL11
5	90128	0,75	XU60-1<0	DL11
6	90127	0,75	XU60-1<0	DL11
7	90011	0,75	XU60-1<0	DL11
8	90011	0,75	XU60-1<0	DL11
9	31000	0,75	XU60-1<0	DL11
10	31000	0,75	XU60-1<0	DL11
11	191	0,75	XU60-1<0	DL11
12	192	0,75	XU60-1<0	DL11

4.12.3.6 Teileliste

Tabelle 21: Übersicht Einzelteile zur Leitungsverlängerung

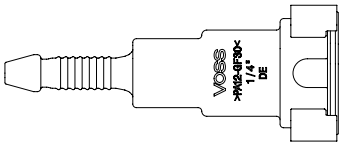
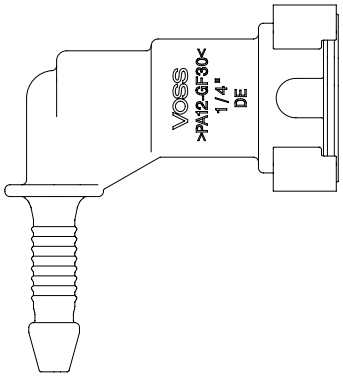
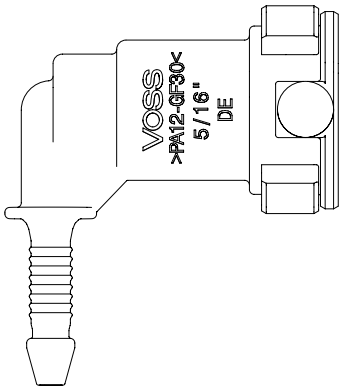
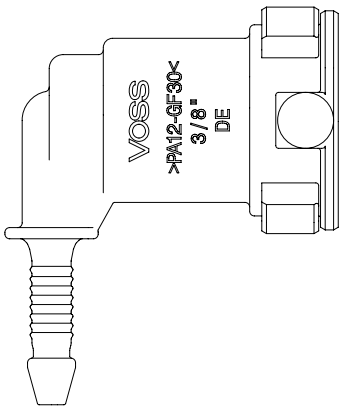
Abbildung	MAN Sachnummer	Baureihe	Bezeichnung	Verwendung
	81.98180.6036	TGL TGM	Voss Stecker gerade SAE 1/4“ NW3	AdBlue-Leitungen
	81.98180.6037	TGL TGM	Voss Winkelstecker SAE 1/4“ NW3	AdBlue-Leitungen
	81.98180.6042	TGL TGM	Voss Winkelstecker SAE J 2044 5/16“ NW3	AdBlue-Leitungen
	81.98180.6041	TGL TGM	Voss Winkelstecker SAE J 2044 3/8“ NW3	AdBlue-Leitungen

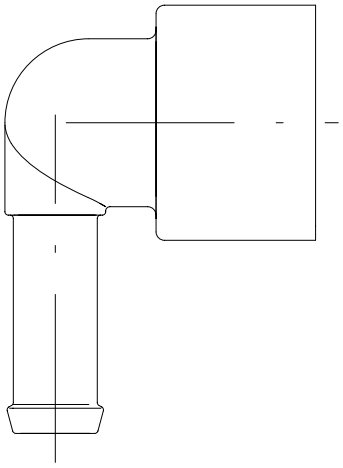
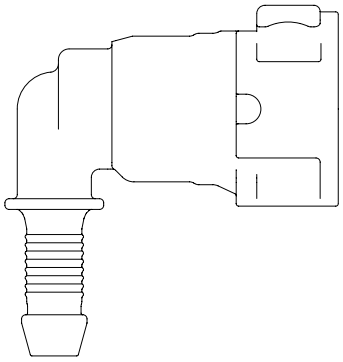
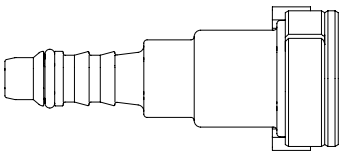
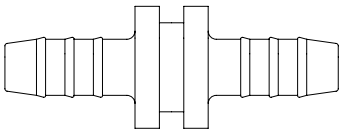
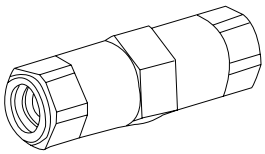
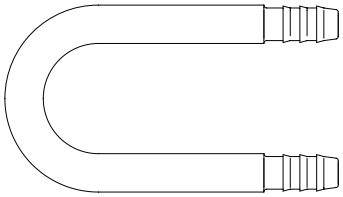
Abbildung	MAN Sachnummer	Baureihe	Bezeichnung	Verwendung
	81.98180.6015	TGL TGM	Winkelstecker PS3 NW 12	Heizwasserleitungen
	81.98180.6035	TGL TGM	Voss Winkelstecker SAE 9,89 NW6	Heizwasserleitungen
	81.98180.6026	TGL TGM	Voss Stecker gerade SAE J 2044 5/16“ NW6	Heizwasserleitungen
	81.98181.0201	TGL TGM	Verbindung für PA-Rohre 9 x 1,5	Heizwasserleitungen

Abbildung	MAN Sachnummer	Baureihe	Bezeichnung	Verwendung
	81.98181.6043	TGL TGM	Voss Steckverbindung für PA-Rohre 6 x 1	Druckluftleitung zum Fördermodul
	VOSS-Nr. 5481021600	TGL TGM	180° Rohrbogen	Heizwasserleitungen
	OETIKER-Nr. 16700004	TGL TGM	Spannschelle (stufenlose Ohr Klemme)	AdBlue-Leitungen
	OETIKER-Nr. 16700014	TGL TGM	Spannschelle (stufenlose Ohr Klemme)	Heizwasserleitungen
			Ummantelung Coflex Typ 26/32	Isolierung der Leitungsstränge
	04.27405.0090	TGL TGM	Schlauch 6 x 3 EPDM	Heizwasserleitungen
	04.27405.0092	TGL TGM	Schlauch 3,2 x 2,65 EPDM	AdBlue-Leitungen
	04.35160.9709		PA-Rohr DIN 74324 9 x 1,5	Heizwasserleitungen

4.12.4 Motorkühlung

- Komponenten des serienmäßig verbauten Kühlsystems (Kühler, Kühlergrill, Luftkanäle, Kühlkreislauf) dürfen nicht verändert werden.
- Ausnahmen nur mit Genehmigung durch MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“).
- Änderungen am Kühler, die die Kühlfläche verringern, sind nicht genehmigungsfähig.
- Das Kühlsystem darf **ausschließlich** mit denen von MAN freigegebenen Kühlmitteln entsprechend der Angabe in der Betriebsstoffdatenbank befüllt werden.
- Es dürfen keine kupferhaltigen Materialien im Kühlkreislauf verbaut werden.

Unter folgenden Bedingungen kann ein Kühler mit angepassten Leistungsdaten erforderlich sein:

- überwiegend stationärer Betrieb
- Einsatz in klimatisch ungünstigen Zonen (z.B. Heißlandeinsatz)
- Einsatzfälle bei denen z.B. durch hohe Staubbelastung mit einem Zusetzen des Kühlers und dadurch mit verminderter Kühlleistung zu rechnen ist.

Auskunft über das werksseitig verfügbare Lieferprogramm für das jeweilige Fahrzeug gibt die nächstliegende MAN-Verkaufs-Niederlassung für nachträglichen Einbau die nächstliegende MAN-Service-Niederlassung oder MAN-Vertragswerkstatt.
Bei Anbau eines Kühlers von Drittanbietern sind zwingend die Vorgaben der mechanischen Einbaurichtlinien für Einbaumotoren zu befolgen. Diese können bei MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) angefordert werden.

4.12.5 Motorkapsel, Geräuschdämmung

Eingriffe und Änderungen an einer ab Werk vorhandenen Motorkapsel, sind nicht zulässig. Sind Fahrzeuge als „lärmarm“ oder „geräuscharm“ definiert, so verlieren sie aufgrund der nachträglichen Eingriffe ihren Status. Die Wiedererlangung des zuvor vorhandenen Status ist im Verantwortungsbereich des umbauenden Betriebs.

4.13 Einbau anderer Schaltgetriebe, Automatikgetriebe und Verteilergetriebe

Der Einbau nicht von MAN dokumentierter Schalt- bzw. Automatikgetriebe ist wegen fehlender Einbindung in den Triebstrang-CAN nicht möglich. Nichtbeachtung führt zu Fehlfunktionen sicherheitsrelevanter Elektronik.
Der Einbau von fremden Verteilergetrieben (z.B. zur Verwendung als Nebenabtrieb) beeinflusst die Triebstrangelektronik.
Bei Fahrzeugen mit mechanischem Schaltgetriebe ist eine Anpassung durch Parametrierung unter Umständen möglich.
Dies ist vor Beginn der Maßnahmen bei MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) anzufragen.
Grundsätzlich nicht zulässig ist der Einbau in Fahrzeuge mit MAN TipMatic/ ZF ASTRONIC (Getriebebezeichnung ZF6AS… ZF12AS).

5. Aufbau

5.1 Allgemeines

Zur Identifikation ist jeder Aufbau mit einem Typschild zu versehen, aus dem folgende Angaben in der nachstehenden Reihenfolge unlöschbar aufzuführen sind:

- Name des Herstellers
- vollständige Typengenehmigungsnummer.

Die Zeichen müssen eine Mindesthöhe von 4mm aufweisen.

Die Daten auf dem Typschild müssen dauerhaft kenntlich gemacht werden.
Geltende Normen zur Ladungssicherung an Nutzfahrzeugen, in Europa insbesondere EN 12640 (Zurrpunkte), 12641 (Planen) und 12642 (Aufbauten) sind zu beachten, auf Verlangen z.B. im Kaufvertrag zu erfüllen.
Aufbauten beeinflussen erheblich die Fahreigenschaften und Fahrwiderstände und damit den Kraftstoffverbrauch.
Aufbauten dürfen daher nicht unnötig Fahrwiderstände erhöhen oder Fahreigenschaften verschlechtern.
Die unvermeidbare Rahmendurchbiegung und Rahmenverwindung darf für Aufbau und Fahrzeug keine nachteiligen Eigenschaften verursachen. Sie muss vom Aufbau ebenso wie vom Fahrgestell aufgenommen werden können.
Ca-Wert für die unvermeidliche Durchbiegung:

Formel 10: Ca -Wert zulässige Durchbiegung

$$f = \frac{\Sigma_1^i l_i + l_ü}{200}$$

Es bedeuten:

f	=	maximale Durchbiegung in [mm]
l_i	=	Radstände, Σl_i = Summe der Radstände in [mm]
$l_ü$	=	Rahmenüberhang in [mm]

Vom Aufbau sind möglichst wenige Schwingungen auf das Fahrgestell zu übertragen. Wir setzen voraus, dass Aufbauhersteller den notwendigen Hilfs- oder Montagerahmen zumindest überschlägig auslegen können. Ebenso wird erwartet, dass durch geeignete Maßnahmen eine Fahrzeugüberlastung ausgeschlossen wird. Die im Fahrzeugbau üblichen unvermeidlichen Toleranzen und Hysteresen sind zu berücksichtigen.

Hierzu zählen z.B.:

- Reifen
- Federn (auch Hysterese in der Luftfederung)
- Rahmen.

Während des Fahrzeugeinsatzes ist mit weiteren maßlichen Veränderungen zu rechnen.

Hierzu zählen z.B.:

- Federsetzen
- Reifenverformung
- Aufbauverformung.

Der Rahmen darf vor und während der Montage nicht verformt werden. Das Fahrzeug ist vor der Montage einige Male vor- und zurückzufahren, um eingeprägte Spannungen abzubauen. Dies gilt aufgrund der bei Kurvenfahrt vorhandenen Achsverzwängung besonders bei Fahrzeugen mit mehr als 2 Achsen. Zur Aufbaumontage ist das Fahrzeug auf einen ebenen Montageplatz zu stellen. Unterschiedliche Rahmenhöhen links/ rechts von ≤ 1,5% des Maßes Boden bis Rahmenoberkante liegen im Bereich der oben beschriebenen Hysterese- und Setzeffekte. Sie müssen vom Aufbau ertragen werden und dürfen nicht durch Rahmenrichten, Federbeilagen oder Einstellung der Luftfederung ausgeglichen werden, da sie sich im Einsatz zwangsläufig ändern.
Unterschiede > 1,5% sind vor einer Reparatur der Kundendienstabteilung bei MAN zu melden. Diese entscheidet welche Maßnahmen vom Aufbauhersteller und/ oder der MAN-Werkstatt zu ergreifen sind.

Zugänglichkeit, Freigängigkeit:

Die Zugänglichkeit zu den Einfüllstutzen von AdBlue®, für Kraftstoff und weiteren Betriebsstoffen mittels Zapfpistole muss ggf. durch entsprechende Ausschnitte am Aufbau gewährleistet werden. Die Zugänglichkeit am Rahmen angebauten Aggregaten (z.B. Reserveradaufzug, Batteriekasten) darf durch den Aufbau nicht eingeschränkt werden.

Die Freigängigkeit beweglicher Teile gegenüber dem Aufbau darf nicht beeinträchtigt sein.

Zum Beispiel:

- Bremszylinder
- Getriebeschaltung (Schaltgestänge, Seilzugschaltung)
- Achsführungsteile usw.

Bei der Mindestfreigängigkeit ist zu berücksichtigen:

- maximale Einfederung
- dynamische Einfederung während der Fahrt
- Einfederung beim Anfahren oder Abbremsen
- Seitenneigung bei Kurvenfahrt
- Gleitschutzkettenbetrieb
- Notlaufeigenschaften, etwa Federbalgschaden während der Fahrt und daraus folgende Seitenneigung.

Trotz Radabdeckungen kann es insbesondere bei ‚Off-Road' Einsätzen dazu kommen, dass Schmutz, Steine, Sand etc. von Rädern gegen den Aufbau geschleudert werden. Aufbauten sind in geeigneter Weise (z.B. Schutzgitter, widerstandsfähige Beschichtung) davor zu schützen.

5.1.1 Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)

Die Maschinenrichtlinie kann unter folgendem Link von EUR-Lex bezogen werden:

http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0024:0086:DE:PDF
oder über http://eur-lex.europa.eu

Allgemeines
Die Maschinenrichtlinie dient dazu die Sicherheit und die Gesundheit von Personen, insbesondere von Arbeitnehmern, Verbrauchern und Sachen, insbesondere in Bezug auf Risiken beim Umgang mit Maschinen, zu gewährleisten.

Sie legt allgemein gültige grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen nach dem Stand der Technik zum Zeitpunkt der Konstruktion sowie technischen und wirtschaftlichen Erfordernissen fest, die durch eine Reihe von spezifischeren Anforderungen für bestimmte Maschinengattungen ergänzt werden.

Für jede Art von Maschinen gibt es angemessene Verfahren mit denen die Erfüllung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen überprüft werden. Diese beinhalten die Konformitätsbewertungsverfahren, die CE-Konformitätskennzeichnung sowie eine Risikobeurteilung. Des Weiteren muss der Maschinenhersteller für jede Maschine eine technische Dokumentation erstellen.

Anwendungsbereich
Zusätzlich zu den Aufbaurichtlinien ist von Aufbauherstellern auch die Maschinenrichtlinie zu beachten. Das LKW-Chassis (LKW-Fahrgestell) unterliegt grundsätzlich nicht der Maschinenrichtlinie, da die hierfür geltenden gesetzlichen Anforderungen in der Richtlinie über die Betriebserlaubnis für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger (70/156/EWG) geregelt sind.
Für diverse Aufbauten gilt jedoch die Maschinenrichtlinie. Die in diesen Geltungsbereich fallenden Erzeugnisse (Aufbauten) sind in der Maschinenrichtlinie im Artikel1 (Anwendungsbereich) definiert.

Grundsätzlich gilt die Maschinenrichtlinie für:

- Maschinen
- Auswechselbare Ausrüstungen
- Sicherheitsbauteile
- Lastaufnahmemittel
- Ketten, Seile und Gurte
- Abnehmbare Gelenkwellen
- Unvollständige Maschinen

Beispiele hierfür sind:

- Ladekräne
- Hubladebühnen (Ladebordwände)
- Kipperaufbauten
- Saug- / Spülaufbau
- Abschleppplateau
- am Fahrzeug angebrachte Kompressoren
- Müllpressen
- Beton-/ Zementtrommeln
- Mulden
- mechanisch angetriebene Seilwinden
- Abroll- / Absetzkipperaufbauten
- Hubarbeitsplattformen / -bühnen
- Tankaufbauten

Ausgenommen sind unter anderem:

- Land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen
- Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger (70/156/EWG)

Wenn ein solches Erzeugnis (Auf-/ Anbau) auf das LKW-Fahrgestell aufgebaut wird, gilt die Maschinenrichtlinie nicht für das LKW-Fahrgestell, jedoch für den Aufbau. Ebenso gilt die Maschinenrichtlinie für die **Schnittstellen zwischen LKW-Fahrgestell und Aufbau** welche für eine sichere Bewegung und Bedienung der Maschine zuständig sind. Daher ist bei aufgebauten Fahrzeugen zu unterscheiden zwischen **selbstfahrenden Arbeitsmaschinen**, die in ihrer Gesamtheit unter die Maschinenrichtlinie fallen und **LKW-Fahrgestellen mit auf-/ angebauten Maschinen**.

Beispiele für mögliche selbstfahrende Arbeitsmaschinen:

- selbstfahrende Baumaschinen
- Betonpumpen
- Autokran
- Schlammsauger
- Bohrgeräteträgerfahrzeug

Definition Maschinen nach 2006/42/EG

„— eine mit einem anderen Antriebssystem als der unmittelbar eingesetzten menschlichen oder tierischen Kraft ausgestattete oder dafür vorgesehene Gesamtheit miteinander verbundener Teile oder Vorrichtungen, von denen mindestens eines bzw. eine beweglich ist und die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt sind;

— eine Gesamtheit im Sinne des ersten Gedankenstrichs, der lediglich die Teile fehlen, die sie mit ihrem Einsatzort oder mit ihren Energie- und Antriebsquellen verbinden;

— eine einbaufertige Gesamtheit im Sinne des ersten und zweiten Gedankenstrichs, die erst nach Anbringung auf einem Beförderungsmittel oder Installation in einem Gebäude oder Bauwerk funktionsfähig ist;

— eine Gesamtheit von Maschinen im Sinne des ersten, zweiten und dritten Gedankenstrichs oder von unvollständigen Maschinen im Sinne des Buchstabens g, die, damit sie zusammenwirken, so angeordnet sind und betätigt werden, dass sie als Gesamtheit funktionieren;

— eine Gesamtheit miteinander verbundener Teile oder Vorrichtungen, von denen mindestens eines bzw. eine beweglich ist und die für Hebevorgänge zusammengefügt sind und deren einzige Antriebsquelle die unmittelbar eingesetzte menschliche Kraft ist;“

Quelle: Auszug aus 2006/42/EG

5.1.2 CE-Kennzeichnung (CE-Konformitätskennzeichnung nach 2006/42/EG)

Der Aufbauhersteller hat zu gewährleisten, dass der Aufbau mit Anbauteilen und Zubehör den gesetzlichen Anforderungen entspricht. In der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) sind die Arten von Maschinen festgelegt die eine CE-Kennzeichnung erfordern.

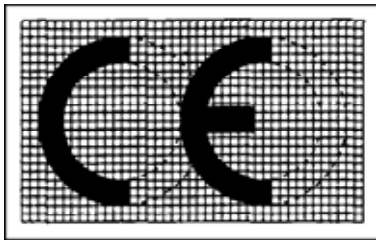
Grundsätzlich gilt für den Aufbau:

- Alle Maschinen müssen mit der CE-Kennzeichnung versehen werden, d.h. auch Sicherheitsbauteile, abnehmbare Gelenkwellen, Ketten, Seile und Gurte.
- Unvollständige Maschinen dürfen keine CE-Kennzeichnung tragen.

Für die CE-Kennzeichnung auf Maschinen gilt:

- Die CE-Kennzeichnung ist sichtbar, leserlich und dauerhaft auf dem Erzeugnis anzubringen.
- Auf Maschinen dürfen keine Kennzeichnungen, Zeichen oder Aufschriften angebracht werden, die möglicherweise von Dritten hinsichtlich ihrer Bedeutung oder Gestalt oder in beiderlei Hinsicht mit der CE-Kennzeichnung verwechselt werden können.
- Jede andere Kennzeichnung darf auf Maschinen angebracht werden, wenn sie die Sichtbarkeit, Lesbarkeit und Bedeutung der CE-Kennzeichnung nicht beeinträchtigt.
- Die CE-Kennzeichnung muss gleichberechtigt neben der Angabe des Maschinenherstellers stehen und deshalb mittels der gleichen Technik angebracht werden wie diese. Um eventuell auf Bauteilen vorhandene CE-Kennzeichnungen von der CE-Kennzeichnung der Maschine zu unterscheiden, muss Letztere neben dem Namen dessen angebracht werden, der für die Maschine verantwortlich ist, d. h. neben dem Namen des Herstellers oder seines Bevollmächtigten.
- Es ist untersagt, bei der Anbringung der CE-Kennzeichnung das Baujahr der Maschine vor- oder nachzudatieren.
- Bei Verkleinerung oder Vergrößerung der CE-Kennzeichnung müssen die hier wiedergegebenen Proportionen gewahrt bleiben.
- Die Bestandteile der CE-Kennzeichnung müssen annähernd gleich hoch sein; die Mindesthöhe beträgt 5 mm. Bei kleinen Maschinen kann diese Mindesthöhe unterschritten werden.

Die CE-Kennzeichnung besteht aus den Buchstaben „CE“ mit folgendem Schriftbild:



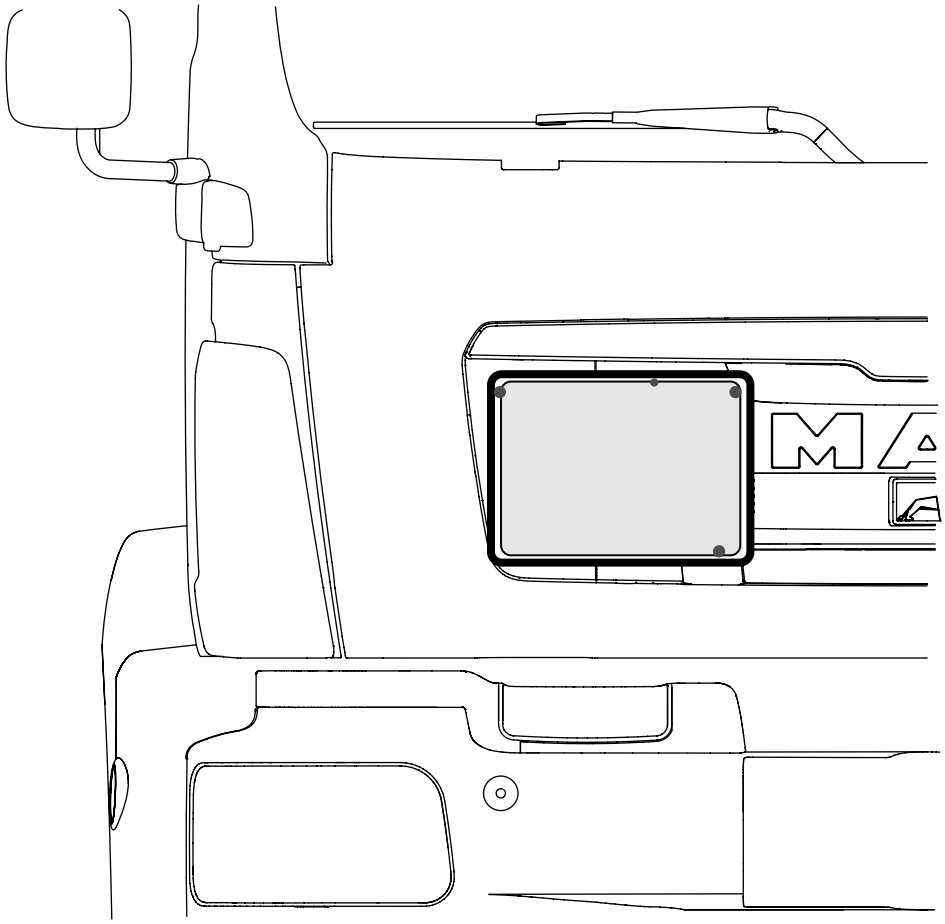
Fällt eine Maschine unter weitere Richtlinien, die andere Aspekte regeln und ebenfalls das Anbringen einer CE Kennzeichnung vorschreiben, so bedeutet die CE-Kennzeichnung, dass diese Maschine auch den Bestimmungen dieser anderen Richtlinien entspricht. Hat jedoch der Hersteller oder sein Bevollmächtigter nach einer oder mehrerer dieser Richtlinien während einer Übergangszeit die Wahl der anzuwendenden Regelung, so wird durch die CE-Kennzeichnung lediglich die Konformität mit den Bestimmungen der von ihm angewandten Richtlinien angezeigt. Die Nummern der jeweils angewandten Richtlinien laut Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Union sind in der EG-Konformitätserklärung anzugeben. Wenn das Verfahren der umfassenden Qualitätssicherung (nach 2006/42/EG Artikel 12 Absatz 3 Buchstabe c bzw. Artikel 12 Absatz 4 Buchstabe b) angewandt wurde, ist der CE-Kennzeichnung die Kennnummer der benannten Stelle anzufügen.

5.1.3 Befestigung der Gefahrguttafel an der Frontklappe

Zutreffend für TGL/TGM ab 3/2009 mit Facelift.

Um Schäden an der Frontklappe bei der Befestigung der Gefahrguttafel zu vermeiden ist die Anbringung nach der Service Information “SI-Nummer: 288606 – Gefahrguttafel” durchzuführen. Diese ist über die MAN Fachwerkstätten erhältlich.

Bild 59: Korrekte Position der Gefahrguttafel an der Frontklappe ESC-485



5.2 Korrosionsschutz

Der Oberflächen- und Korrosionsschutz beeinflusst Lebensdauer und Aussehen des Produkts.
Die Beschichtungsqualität von Aufbauten sollte daher generell dem Niveau des Fahrgestells entsprechen.
Zur Sicherstellung dieser Forderung ist für Aufbauten, welche von MAN in Auftrag gegeben werden, die **MAN-Werknorm M 3297 „Korrosionsschutz und Beschichtungssysteme für Fremdaufbauten“** verbindlich anzuwenden.Beauftragt der Kunde den Aufbau, gilt sie als Empfehlung, wobei Nichteinhaltung Gewährleistung durch MAN für die Folgen ausschließt.

MAN-Fahrgestelle werden in der Serienproduktion mit umweltfreundlichem 2K-Decklack auf Wasserbasis bei Trocknungstemperaturen bis ca. 80°C beschichtet. Zur Gewährleistung einer gleichwertigen Beschichtung wird bei allen Metallbaugruppen des Aufbaus und Hilfsrahmens folgender Beschichtungsaufbau vorausgesetzt:

- Metallisch blanke bzw. gestrahlte (SA 2,5) Bauteiloberfläche
- Grundierung: 2K-EP-Haftgrund, zugelassen nach MAN-Werknorm M 3162-C oder - falls möglich - KTL nach MAN-Werknorm M 3078-2 mit Zinkphosphat-Vorbehandlung
- Decklack: 2K- Decklack nach MAN-Werknorm M 3094 vorzugsweise auf Wasserbasis; falls Einrichtungen hierfür fehlen, auch auf Lösungsmittelbasis (www.normen.man-nutzfahrzeuge.de, Registrierung erforderlich).

Anstelle Grundierung und Decklackierung ist für den Unterbau des Aufbaus (z.B. Längs- und Querträger, Knotenbleche) auch eine Feuerverzinkung mit einer Schichtdicke ≥ 80 µm möglich. Der Spielraum für Trocknungs- bzw. Aushärtungszeiten und Temperaturen ist den jeweiligen Datenblättern des Lackherstellers zu entnehmen. Bei der Auswahl und Kombination unterschiedlicher Metallwerkstoffe (z.B. Aluminium und Stahl) ist die Auswirkung der elektrochemischen Spannungsreihe auf Korrosionserscheinungen an den Grenzflächen zu berücksichtigen (Ursache von Kontaktkorrosion).

Nach allen Arbeiten am Fahrgestell:

- Bohrspäne entfernen
- Kanten entgraten
- Hohlräume mit Wachs konservieren.

Mechanische Verbindungselemente (z.B. Schrauben, Muttern, Scheiben, Bolzen) die nicht überlackiert werden, sind optimal gegen Korrosion zu schützen. Zur Vermeidung von Korrosion durch Salzeinwirkung während Standzeiten in der Aufbauphase, sind alle Fahrgestelle nach der Ankunft beim Aufbauhersteller mit Klarwasser von Salzrückständen zu befreien.

5.3 Hilfsrahmen

5.3.1 Allgemeines

Wenn ein Hilfsrahmen erforderlich ist, dann ist dieser durchgehend auszuführen. Er darf nicht unterbrochen oder seitlich ausgebogen sein. Die Freigängigkeit aller beweglichen Teile darf durch die Hilfsrahmenkonstruktion nicht eingeschränkt werden.

Folgende Fahrzeuge benötigen einen Hilfsrahmen:

- TGL: alle Typnummern N01 – N05; N11 – N15; N61 (Typnummern siehe auch Kapitel 2.2, Tabelle 6)
- TGM: Typnummer N16; N34; N36; N38; N63 (Typnummern siehe auch Kapitel 2.2, Tabelle 7)

Ausnahmen bei selbsttragenden Aufbauten ohne Hilfsrahmen sind möglich, wenn durch MAN eine schriftliche Genehmigung erteilt werden kann (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“), siehe auch Kapitel 5.4.5.

Hilfsrahmenlängsträger müssen mindestens ein Flächenträgheitsmoment von ≥ 100 cm^4 aufweisen.

Profile, die dieser Forderung entsprechen, sind z.B.:

- U 90/50/6
- U 95/50/5
- U 100/50/5
- U 100/55/4
- U 100/60/4
- U 110/50/4.

5.3.2 Zulässige Werkstoffe, Streckgrenze

Die Streckgrenze, auch Dehngrenze oder $\sigma_{0,2}$-Grenze genannt, darf in keinem Fahr- oder Belastungszustand überschritten werden, Sicherheitsbeiwerte sind zu berücksichtigen. Streckgrenzen verschiedener Hilfsrahmenwerkstoffe siehe Tabelle 22.

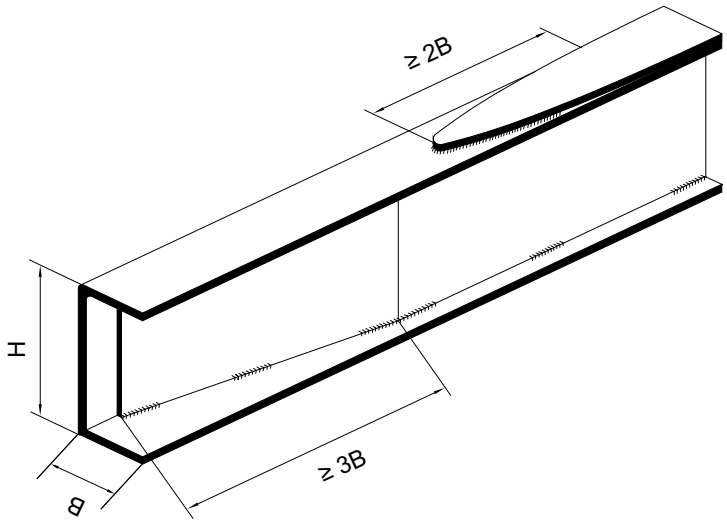
Tabelle 22: Hilfsrahmenwerkstoffe (Beispiele), Normbezeichnungen und Streckgrenzen

Werkstoff-nummer	Werkstoffbez. alt	Norm alt	$\sigma_{0,2}$ N/mm²	σ_B N/mm²	Werkstoffbez. neu	Norm neu	Eignung als TGL Hilfsrahmen
1.0037	St37-2	DIN 17100	≥ 235	340-470	S235JR	DIN EN 10025	nicht bei Punktlasten
1.0971	QStE260N	SEW 092	≥ 260	370-490	S260NC	DIN EN 10149-3	nicht bei Punktlasten
1.0974	QStE340TM	SEW 092	≥ 340	420-540	entfällt		
1.0570	St52-3	DIN 17100	≥ 355	490-630	S355J2G3	DIN EN 10025	gut geeignet
1.0976			≥ 355	430-550	S355MC	DIN EN 10149-2	gut geeignet
1.0978	QStE380TM	SEW 092	≥ 380	450-590	entfällt	DIN EN 10149-2	gut geeignet
1.0980	QStE420TM	SEW 092	≥ 420	480-620	S420MC	DIN EN 10149-2	gut geeignet

5.3.3 Hilfsrahmengestaltung

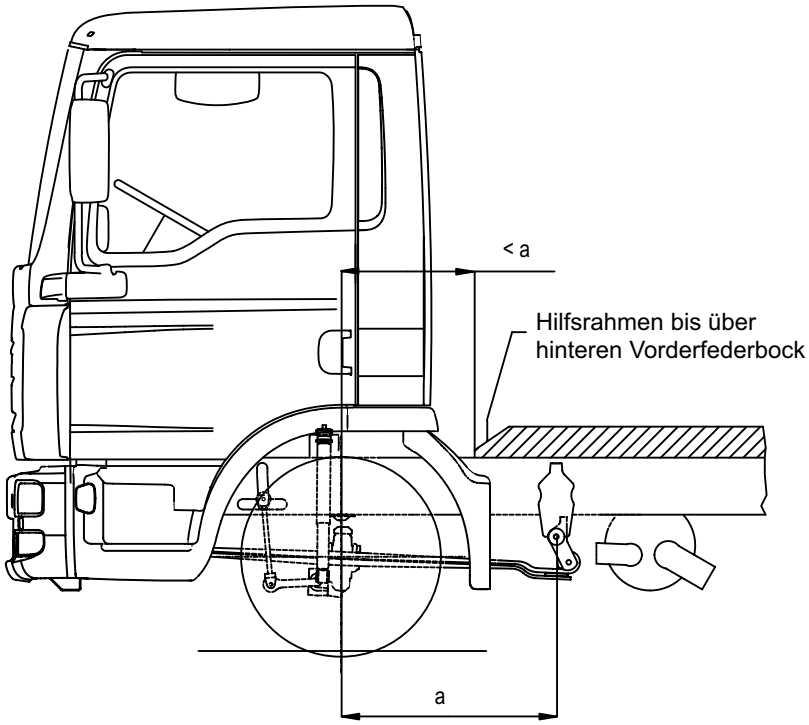
Seine äußere Breite muss der des Fahrgestellrahmens entsprechen. Der Längsträger des Hilfsrahmens muss eben auf dem oberen Flansch der Rahmenlängsträger aufliegen. Soweit möglich sollen Hilfsrahmen verdrehweich gestaltet werden. Die im Fahrzeugbau üblichen abgekanteten U-Profile kommen der Forderung nach Verdrehweichheit gut entgegen. Walzprofile sind nicht zulässig.
Wird ein Hilfsrahmen an verschiedenen Stellen zum Kasten geschlossen, so ist für einen allmählichen Übergang vom Kasten zum U-Profil zu sorgen. Der Übergang vom geschlossenen zum offenen Profil muss wenigstens auf der dreifachen Hilfsrahmenbreite erfolgen (siehe Bild 60).

Bild 60: Übergang vom Kasten- zum U-Profil ESC-043



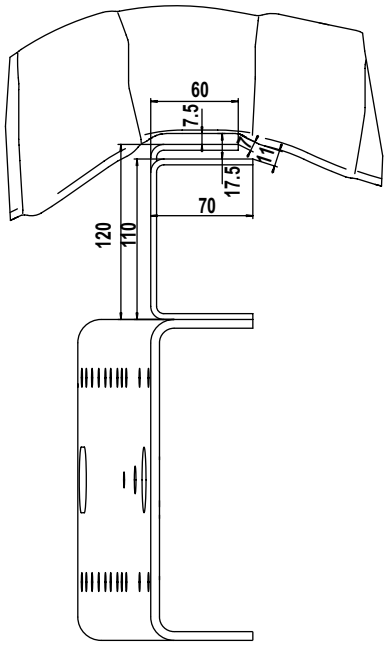
Hilfsrahmenquerträger sind nach Möglichkeit über der Position der Rahmenquerträger anzuordnen. Bei der Hilfsrahmenmontage darf der Hauptrahmenverband nicht gelöst werden. Der Hilfsrahmenlängsträger muss möglichst weit nach vorne reichen, mindestens jedoch bis über den hinteren Vorderfederbock (siehe Bild 61). Bei luftgefederter 1. Achse empfehlen wir einen Abstand von ≤ 600 mm zwischen Radmitte 1. Achse und Hilfsrahmen.

Bild 61: Hilfsrahmenabstand von Mitte 1. Achse ESC-799



Bei den Fahrerhäusern ‚L' (=F99L/R32S) und ‚LX' (=F99L/R37S) ist über dem linken Rahmenlängsträger die Luftansaugung. Die Lage der Luftansaugung ermöglicht einen Bauraum für den Hilfsrahmen bis zum hinteren Vorderfederbock nach Bild 62.

Bild 62: Freiraum für Hilfsrahmen unter Luftansaugung bei Fahrerhaus L und LX ESC-698



Sind ab Werk ein oder mehrere Nebenabtriebe am Getriebe montiert, so ist der 1. Rahmenquerträger hinter dem Getriebe in höhenverstellbarer Bauweise ausgeführt. In der serienmäßigen Stellung ragt der Querträger einschließlich Schraubenkopf um 70 mm über Rahmenoberkante hinaus, siehe Kapitel 7 „Nebenabtrieb“, und/ oder eigenes Heft „Nebenabtrieb“.

Um die geforderten Maße einhalten zu können, muss der Hilfsrahmen der Rahmenkontur folgen, er muss vorne abgeschrägt oder ausgespart sein (Beispiele siehe Bild 63 bis Bild 66).

Bild 63: Hilfsrahmenabschrägung vorne ESC-030

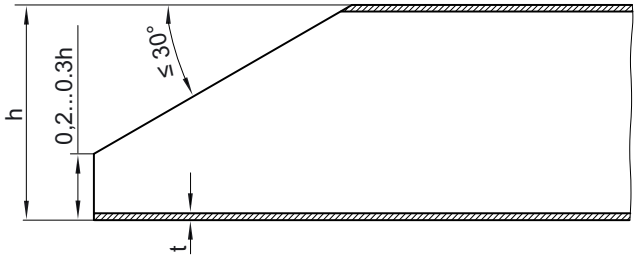


Bild 64: Hilfsrahmenaussparung vorne ESC-031

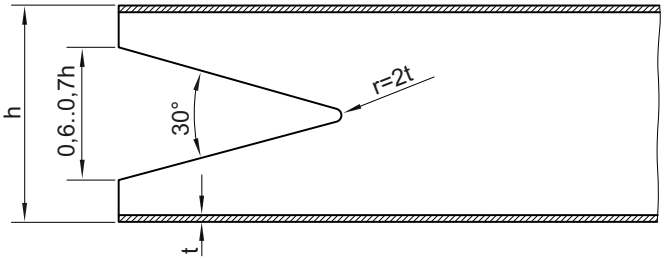


Bild 65: Hilfsrahmen - Anpassung durch Spreizen ESC-098

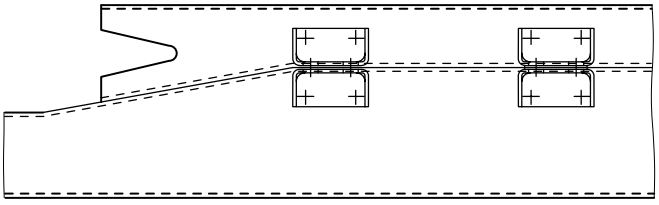
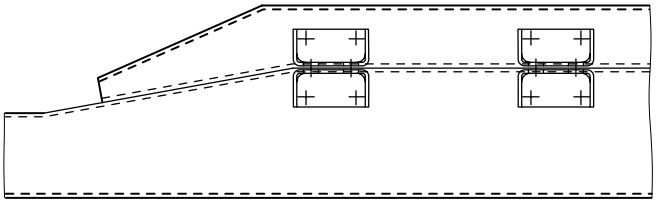


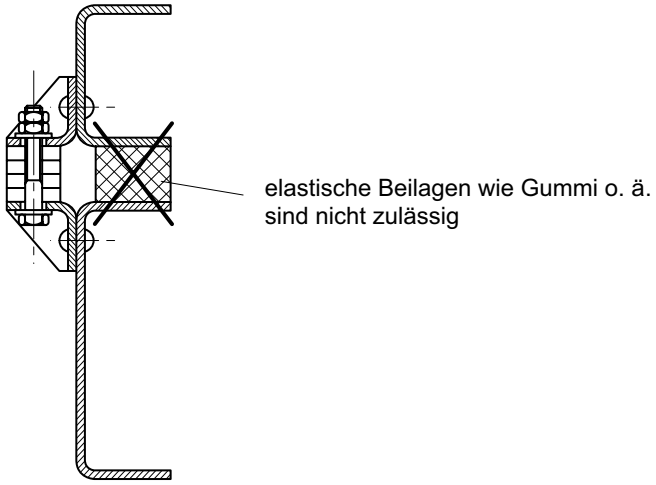
Bild 66: Hilfsrahmen - Anpassung durch Abschrägen ESC-099



5.3.4 Befestigen von Hilfsrahmen und Aufbauten

Die Krafteinleitung aus dem Aufbau in den Hilfsrahmen - insbesondere die Befestigung des Aufbaus gegenüber dem Rahmenverband - sowie die zugehörigen Verbindungen zum Hauptrahmen liegen stets in der Verantwortung des Aufbauherstellers. Hilfsrahmen und Fahrgestellrahmen sind miteinander schubweich oder schubstarr zu verbinden. Je nach Aufbausituation sind beide Verbindungsarten zu kombinieren (man spricht dann von teilweise schubstarr und gibt Länge und Bereich der schubstarren Verbindung an). Von MAN mitgelieferte Befestigungswinkel sind für die schubweiche Montage von Ladebrücken und Kofferaufbauten gedacht. Die Eignung für andere An- und Aufbauten ist zwar nicht ausgeschlossen, jedoch ist zu überprüfen, ob beim Aufbau von Arbeitsgeräten und -maschinen, Hebezeugen, Tankaufbauten usw. eine ausreichende Festigkeit gegeben ist. Holzbeilagen und elastische Beilagen zwischen Rahmen und Hilfsrahmen oder Rahmen und Aufbau sind nicht zulässig (siehe Bild 67).
Begründete Ausnahmen sind möglich, wenn durch MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) eine schriftliche Genehmigung erteilt werden kann.

Bild 67: Elastische Beilagen ESC-026



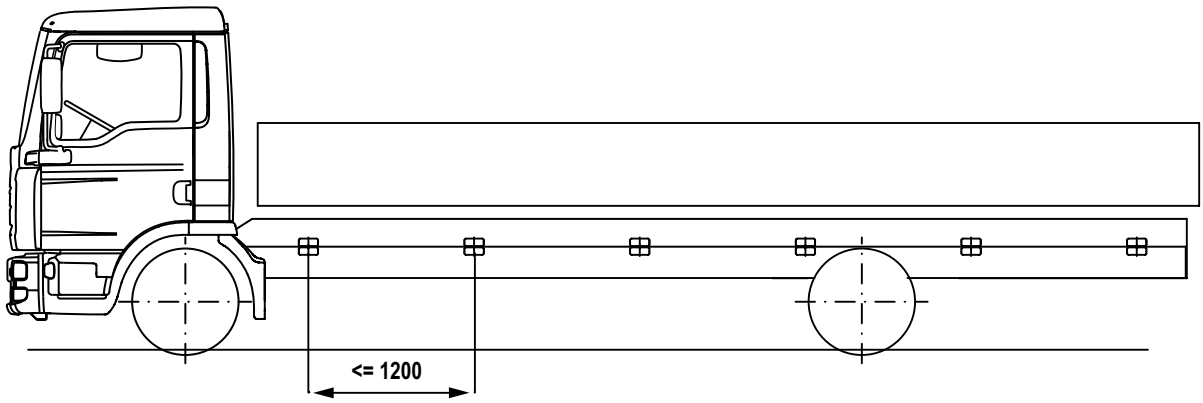
5.3.5 Schraub- und Nietverbindungen

Zulässig sind Schraubverbindungen mindestens Festigkeitsklasse 10.9 mit mechanischer Losdrehsicherung, Schraubverbindungen siehe auch Kapitel 4.3 in diesem Heft. Ebenfalls möglich ist auch die Verwendung von hochfesten Nieten (z.B. Huck®-BOM oder Schließringbolzen) mit Verarbeitung nach Herstellervorgaben.
Die Nietverbindung muss hinsichtlich Ausführung und Festigkeit mindestens der Schraubverbindung entsprechen.

5.3.6 Schubweiche Verbindung

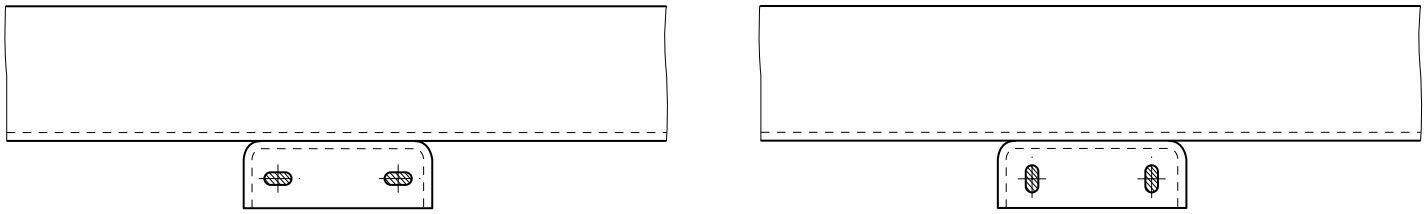
Schubweiche Verbindungen sind kraft-/ reibschlüssig. Eine Relativbewegung zwischen Rahmen- und Hilfsrahmen ist bedingt möglich. Alle Aufbauten oder Hilfsrahmen, die durch Befestigungswinkel mit dem Fahrzeugrahmen verschraubt werden, sind schubweiche Verbindungen. Auch wenn Schubbleche verwendet werden sind diese Verbindungselemente als schubweich zu betrachten, wenn sie nicht den Bedingungen einer schubstarren Verbindung genügen (siehe Kapitel 5.3.7).
Bei einer schubweichen Verbindung sind zunächst die am Fahrgestell vorgesehenen Befestigungspunkte zu verwenden.
Sind diese nicht ausreichend oder aus konstruktiven Gründen nicht verwendbar, dann sind zusätzliche Befestigungen an geeigneten Stellen vorzusehen. Alle TGL- und TGM-Rahmen haben Bohrungen Ø13 im 50 mm-Raster, so dass sich die Verwendung serienmäßiger Bohrungen anbietet. Bei zusätzlich erforderlichen Rahmenbohrungen ist Kapitel 4.3 zu beachten.
Die Anzahl der Befestigungen ist so zu wählen, dass der Mittenabstand zwischen den Befestigungspunkten 1.200 mm nicht überschreitet (siehe Bild 68).

Bild 68: Abstand Hilfsrahmenbefestigungen ESC-600



Werden MAN-Befestigungswinkel lose oder am Fahrzeug mitgeliefert, entbindet dies den Aufbauhersteller nicht von der Pflicht zu prüfen, ob Anzahl und Anordnung (vorhandene Rahmenbohrungen) für seinen Aufbau richtig bzw. ausreichend sind.
Die Befestigungswinkel an MAN-Fahrzeugen sind mit Langlöchern versehen, die in Fahrzeuglängsrichtung weisen (siehe Bild 69). Sie gleichen Toleranzen aus und lassen bei schubweichen Verbindungen die unvermeidbare Längsbewegung zwischen Rahmen und Hilfsrahmen bzw. zwischen Rahmen und Aufbau zu. Zum Ausgleich der Breitenabstandsmaße können die Befestigungswinkel des Hilfsrahmens ebenfalls mit Langlöchern versehen werden, die dann quer zur Fahrzeuglängsrichtung angeordnet sein müssen.

Bild 69: Befestigungswinkel mit Langlöchern ESC-038

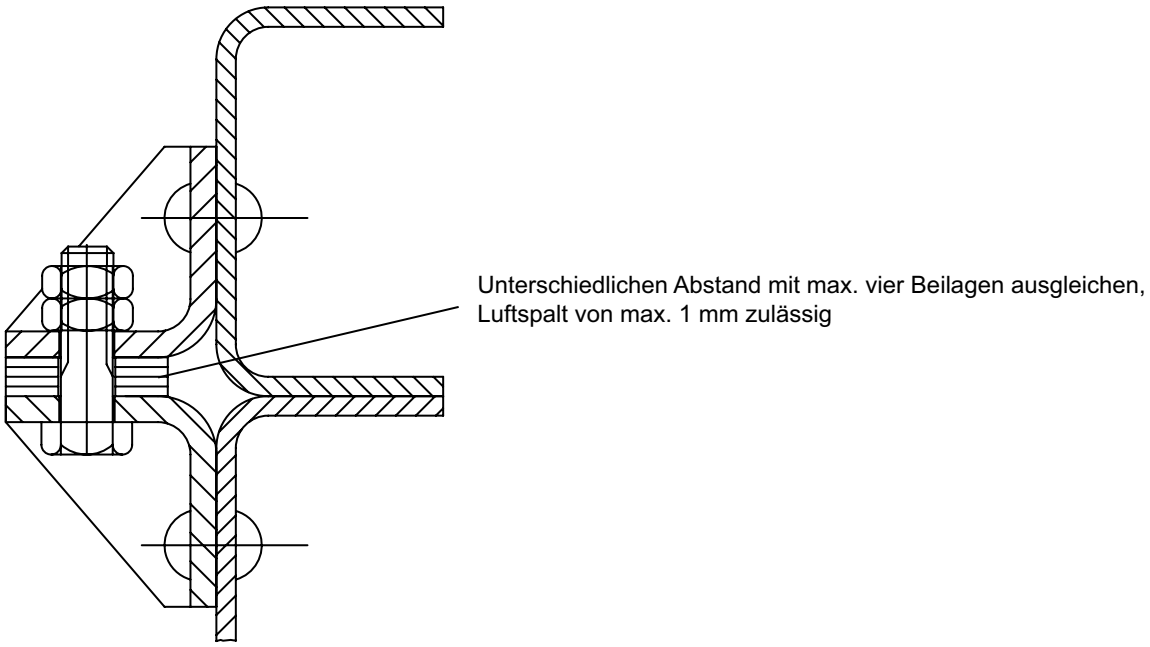


Befestigungswinkel am Rahmen

Befestigungswinkel am Hilfsrahmen

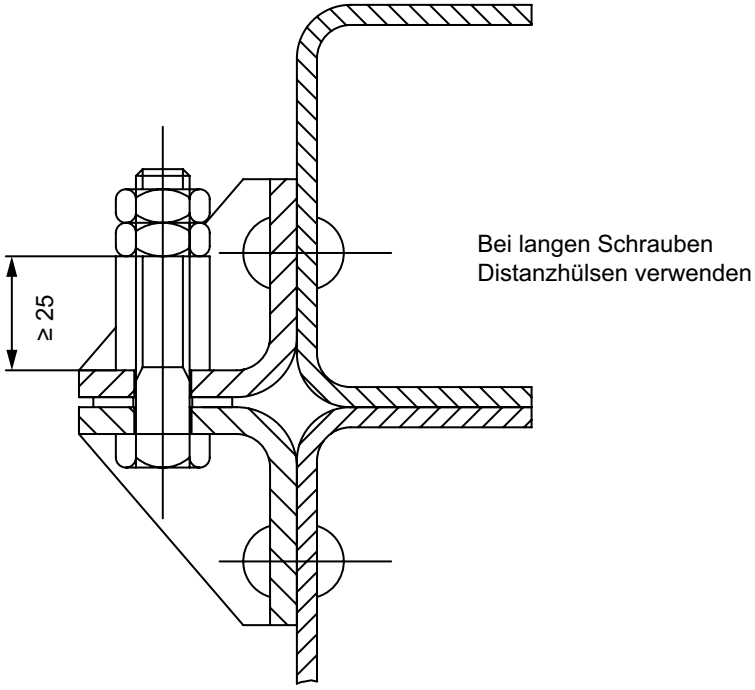
Die Befestigungswinkel auf der Rahmenseite sind bündig mit der Rahmenoberkante (Toleranz -1 mm). Der unterschiedliche Abstand zwischen den Befestigungswinkeln von Rahmen und Hilfsrahmen ist durch Einfügen von Beilagen mit entsprechender Dicke auszugleichen (siehe Bild 70). Die Beilagen müssen aus Stahl sein, wobei Qualität S235JR (= St37-2) ausreicht.
Mehr als vier Beilagen an einer Befestigungsstelle sind zu vermeiden.

Bild 70: Beilagen zwischen Befestigungswinkeln ESC-628



Die Verschraubung des ersten Befestigungswinkels links und rechts unterliegt hoher Vertikalbeanspruchung.
Zur Vergrößerung der Dehnlänge sind deshalb bei vorne schubweich angebauten Hilfsrahmen (nicht bei Dreipunkt- oder Rautenlagerung siehe Bild 54 Kapitel 5.4.2) an den vorderen Hilfsrahmenbefestigungen z.B. lange Schrauben mit Distanzhülsen (≥ 25 mm Länge) zu verbauen (siehe Bild 71). Der Außendurchmesser der Distanzhülsen sollte dem Eckenmaß der Schrauben entsprechen.

Bild 71: Erhöhung der Dehnfähigkeit durch lange Schrauben und Distanzhülsen ESC-635



Weitere mögliche schubweiche Befestigungen (z.B. Bridenbefestigung) siehe Bilder 72 und 73.

Bild 72: Lange Schrauben und Tellerfedern ESC-101

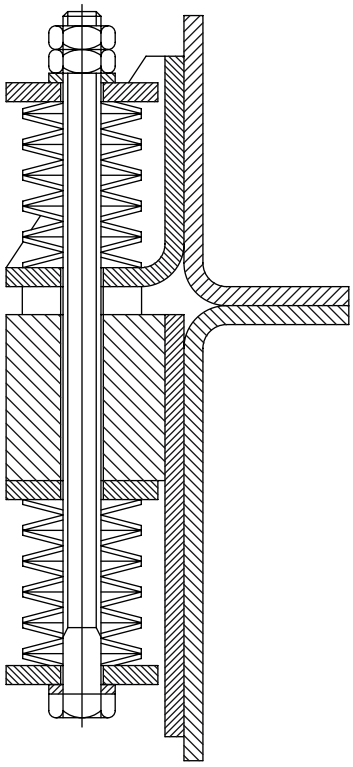
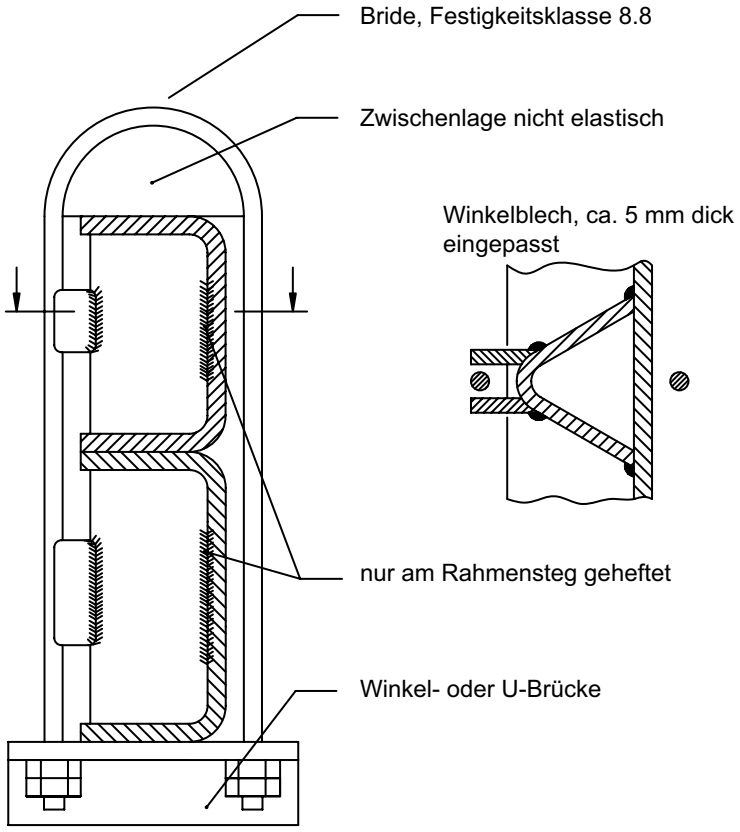


Bild 73: Bridenbefestigung ESC-123



5.3.7 Schubstarre Verbindung

Bei schubstarren Verbindungen ist eine Relativbewegung zwischen Rahmen und Hilfsrahmen nicht mehr möglich.
Der Hilfsrahmen folgt also allen Bewegungen des Rahmens. Ist die Verbindung schubstarr, dann werden Rahmen- und Hilfsrahmenprofil im Bereich der schubstarren Verbindung rechnerisch als ein einziges Profil betrachtet.

Ab Werk gelieferte Befestigungswinkel und andere Verbindungen die auf Kraft/ Reibschluss wirken sind keine schubstarre Verbindung. Nur formschlüssige Verbindungsmittel sind schubstarr. Formschlüssige Verbindungsmittel sind Nieten oder Schrauben. Schrauben jedoch nur dann, wenn ein Lochspiel von ≤ 0,3 mm nach DIN 18800 eingehalten wird. Für schubstarre Verbindungen sind Schaftschrauben vorzusehen.
Die Lochwandung darf nicht mit den Schraubengewindegängen in Berührung kommen, siehe Bild 74.

Die Mindestqualität ist 10.9. Aufgrund der meist geringen erforderlichen Klemmlänge können Distanzhülsen (wie in Bild 75) zur Anwendung kommen.

Bild 74: Berührung Schraubengewinde an Lochwandung ESC-029

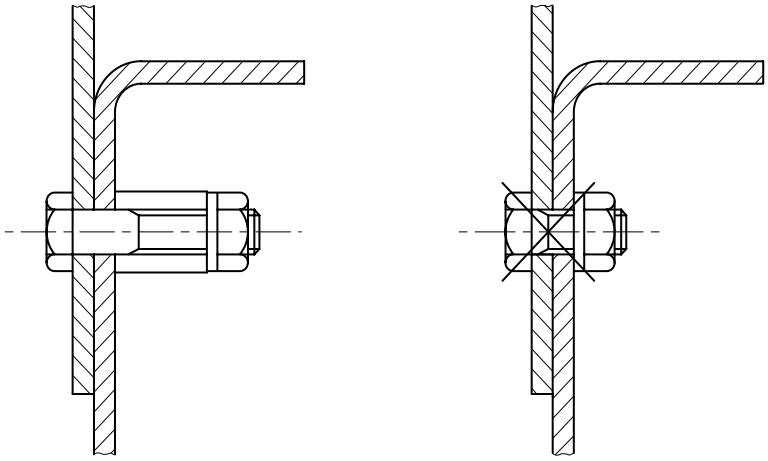


Bild 75a: Schubblechmontage ESC-037, ESC-019

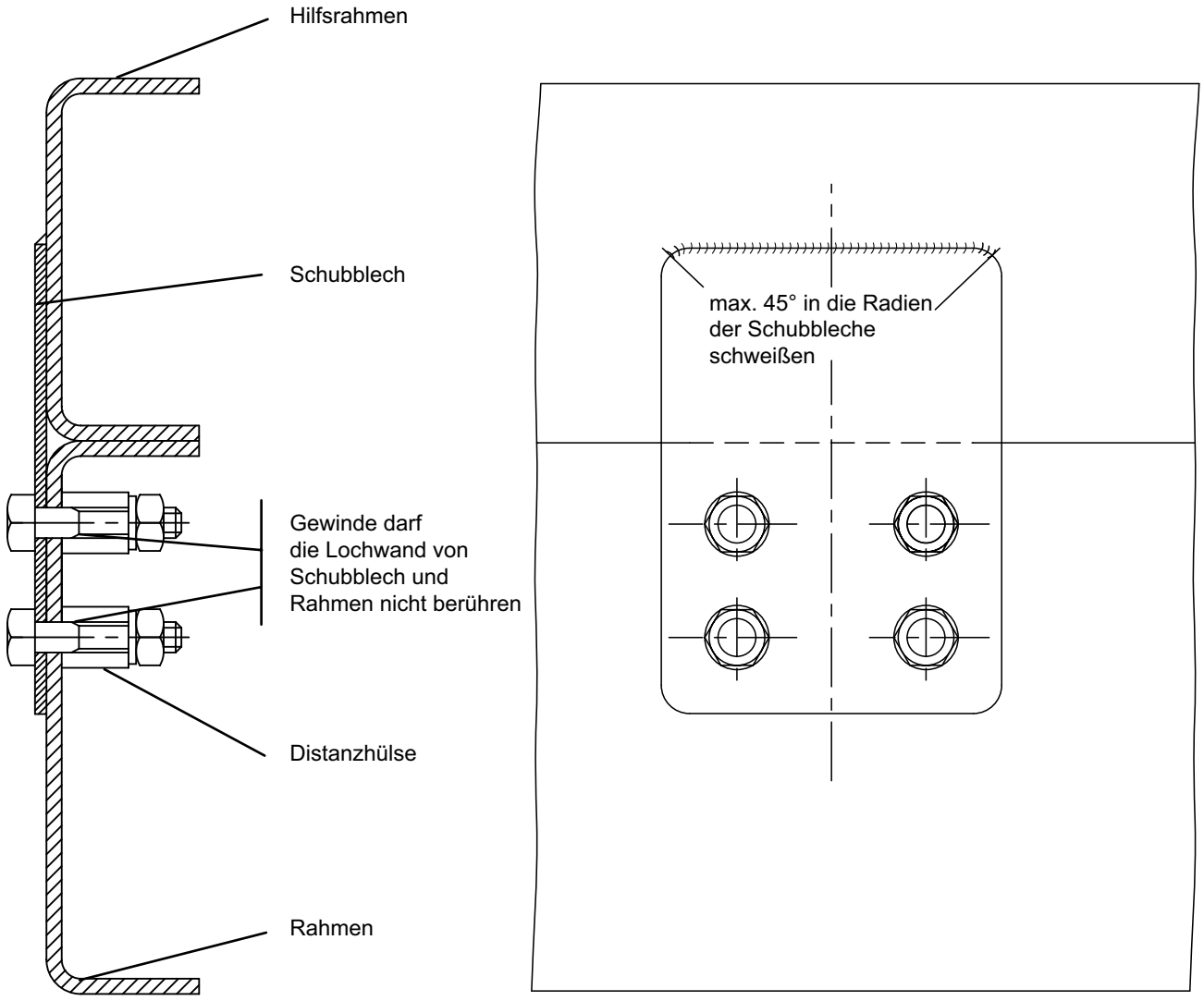
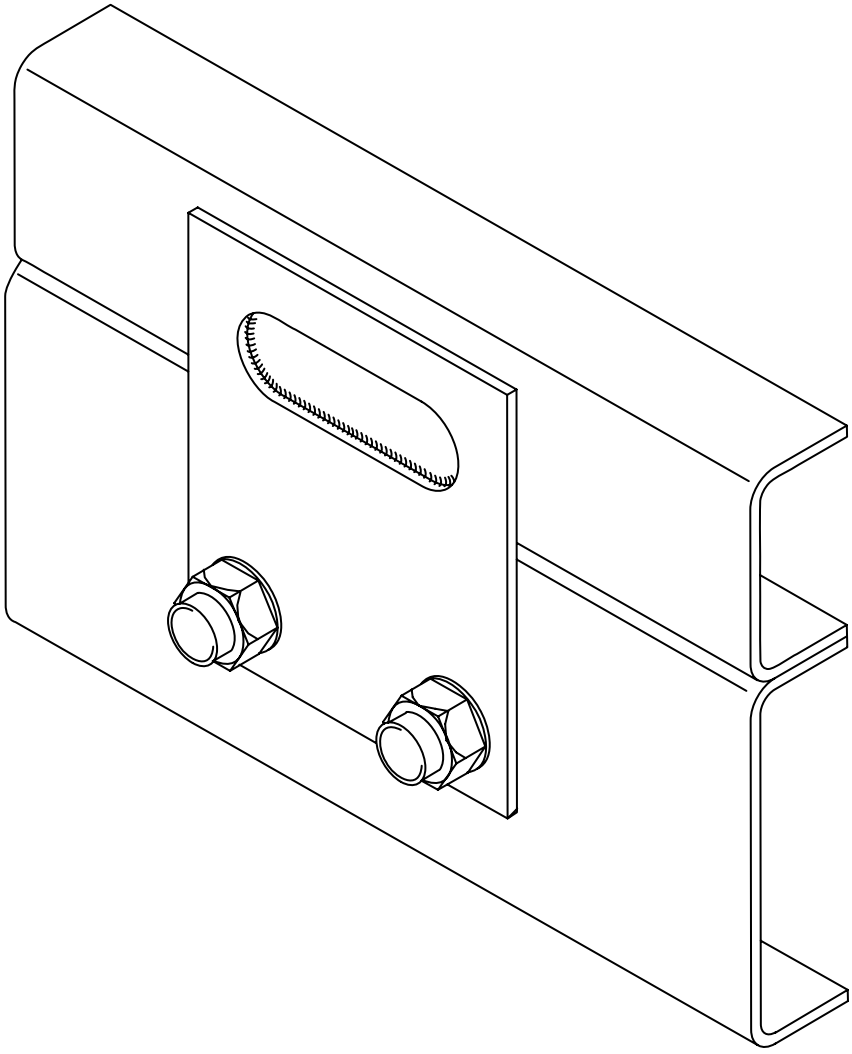


Bild 75b: Hilfsrahmenbefestigung mit Lochschweißung ESC-025



Schubbleche können pro Rahmenseite aus einem Stück bestehen, einzelne Schubbleche sind jedoch vorzuziehen.
Die Schubblechdicke soll der Rahmenstegdicke entsprechen, eine Toleranz von +1 mm ist zulässig.

Um den Rahmen in seiner Verwindungsfähigkeit möglichst wenig zu beeinträchtigen, sind Schubbleche nur dort anzubringen, wo sie unbedingt erforderlich sind. Beginn, Ende sowie die erforderliche Länge einer schubstarren Verbindung sind rechnerisch bestimmbar. Der Berechnung entsprechend ist die Befestigung auszulegen. Für die übrigen Befestigungspunkte außerhalb des definierten schubstarren Bereichs können schubweiche Befestigungen gewählt werden.

5.4 Aufbauten

5.4.1 Aufbauprüfung

Eine Aufbauprüfung ist mit folgender schriftlicher Genehmigung durch MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) dann erforderlich, wenn von dieser Aufbaurichtlinie abgewichen wird und die Abweichung technisch notwendig sowie begründbar ist. Zur Berechnung wird eine prüffähige Aufbaudokumentation in zweifacher Ausfertigung benötigt.

Diese Dokumentation muss neben der Aufbauzeichnung enthalten:

- Kennzeichnung der Abweichungen von den Aufbaurichtlinien in allen Unterlagen!
- Lasten und deren Lastangriffspunkte:
  - Kräfte aus dem Aufbau
  - Achslastberechung
- besondere Einsatzbedingungen:
- Hilfsrahmen:
  - Werkstoff und Querschnittswerte
  - Maße
  - Profilart
  - Querträgeranordnung im Hilfsrahmen
  - Besonderheiten der Hilfsrahmengestaltung
  - Querschnittsänderungen
  - zusätzliche Verstärkungen
  - Kröpfungen etc.
- Verbindungsmittel:
  - Positionierung (bezogen auf das Fahrgestell)
  - Art
  - Größe
  - Anzahl.

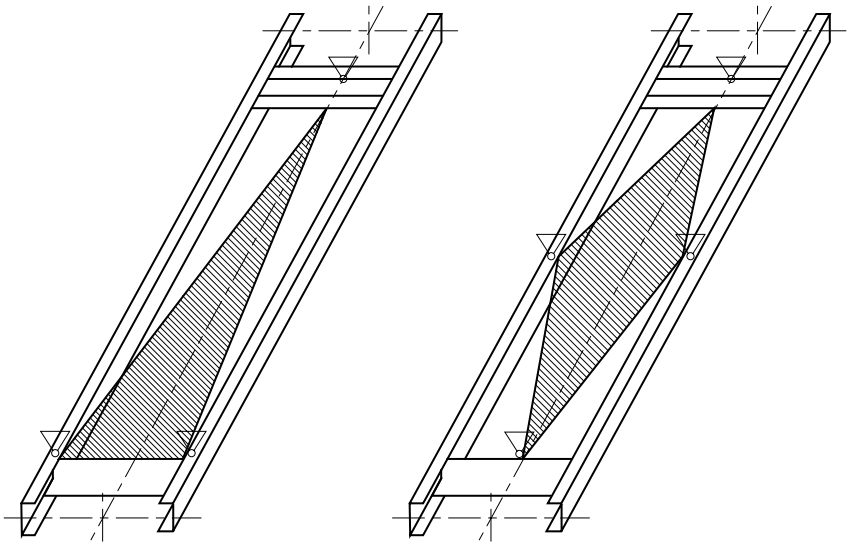
Fotos, 3D-Abbildungen, perspektivische Darstellungen können zur Verdeutlichung herangezogen werden, ersetzen jedoch nicht die vorgenannten verbindlichen Dokumente.

5.4.2 Pritschen- und Kofferaufbauten

Zur gleichmäßigen Belastung des Fahrgestells erfolgt die Aufbaubefestigung in der Regel über einen Hilfsrahmen.
Schon bei der Bemessung des Aufbaus ist auf Freigängigkeit der Räder auch im abgesenkten/ voll eingefederten Zustand des Fahrgestells zu achten. Zusätzlicher Platzbedarf z.B. für Gleitschutzketten, Seitenneigung des Fahrzeuges, Achsverschränkung sind zu berücksichtigen. Klappbare Bordwände dürfen auch im abgesenkten/ voll eingefederten Zustand nicht auf der Fahrbahn aufstehen.
Der Aufbau muss verwindungsfrei auf den Rahmenlängsträgern aufliegen.
Geschlossene Aufbauten wie z.B. Koffer sind gegenüber dem Fahrgestellrahmen relativ torsionsstarr ausgeführt.
Damit die gewünschte Rahmenverwindung (z.B. bei Kurvenfahrt) durch den Aufbau nicht behindert wird, soll die Aufbaubefestigung am vorderen Aufbauende verdrehweich und hinten starr erfolgen.

Dieses Prinzip gilt besonders, wenn das Fahrzeug geländegängig sein soll. Wir empfehlen für diesen Fall die Aufbaubefestigung mit Dreipunkt- oder Rautenlagerung (Lagerungsprinzip siehe Bild 76).

Bild 76: Lagermöglichkeit verwindungssteifer Aufbauten gegenüber verdrehweichem Fahrgestell mit Dreipunkt- und Rautenlagerung ESC-158



5.4.3 Ladebordwand

Vor dem Anbau einer Ladebordwand (auch Hubladebordwand, Hubladebühne, Ladebühne) ist die Verträglichkeit mit der Fahrzeugauslegung, dem Fahrgestell und dem Aufbau zu prüfen.

Die Montage einer Ladebordwand beeinflusst:

- Gewichtsverteilung
- Aufbau- und Gesamtlänge
- Rahmendurchbiegung
- Hilfsrahmendurchbiegung
- Verbindungsart Rahmen/ Hilfsrahmen
- das elektrische Bordnetz (Batterie, Generator, Verkabelung).

Der Aufbauhersteller muss:

- eine Achslastberechnung erstellen.
- die vorgeschriebene Mindestvorderachslast von 30% bei TGL und 25% bei TGM einhalten, siehe auch Kapitel 3.2 „Mindestvorderachslast“, Tabelle 10
- eine Überlastung der Achsen vermeiden.
- falls notwendig, Aufbaulänge und hinteren Überhang kürzen oder den Radstand verlängern.
- die Standsicherheit prüfen.
- den Hilfsrahmen samt Verbindung zum Rahmen (schubweich, schubstarr) auslegen, siehe Abschnitt „Hilfsrahmen festlegen“ in diesem Kapitel
- Batterien und Generator mit ausreichender Kapazität vorsehen (Batterien ≥ 140 Ah und 170 Ah bei zusätzlicher Ladung von Anhängerbatterien, Generator ≥ 80 A), Bezugsmöglichkeit besteht als Sonderausstattung ab Werk

- elektrische Schnittstelle für Ladebordwand vorsehen (als Sonderausstattung ab Werk erhältlich, Schaltpläne/ Pinbelegung siehe Abschnitt ‚Elektrischer Anschluss' in diesem Kapitel)
- die Vorschriften beachten z. B.:
  - EG-Richtlinie-Maschinen (konsolidierte Fassung der Richtlinie 89/392/EWG: 98/37/EG)
  - Unfallverhütungsvorschrift (UVV)
  - einen Unterfahrschutz nach EG-Richtlinie 70/221/EWG /ECE-R 58 anbauen
  - einen Schlussquerträger einbauen, wenn am Fahrgestell keiner vorhanden ist (nur wenn keine Ladebordwandvorbereitung vorhanden ist) und der Unterfahrschutz des Aufbauherstellers nicht die Funktion des Schlussquerträgers mit übernehmen kann (siehe auch Kapitel 4.5.2)
  - genehmigte Beleuchtungseinrichtungen nach 76/756/EWG anbauen (in Deutschland sind zusätzlich nach §53b Absatz 5 StVZO für Hubladebühnen gelbe Blinkleuchten und retroreflektierende rot-weiße Warnmarkierungen bei Betrieb der Ladebordwand vorgeschrieben)

Hilfsrahmen und Verbindung zum Rahmen festlegen

Die Hilfsrahmentabellen gelten unter folgenden Voraussetzungen:

- Einhaltung der Mindestvorderachslast nach Kapitel ‚Allgemeines' Abschnitt 3.2
- keine konstruktive Überlastung der Hinterachse(n).
- zusätzlich zur Ladebordwand vorkommende Stützlasten sind bei der Prüfung von Mindestvorderachslast und der max. Hinterachslast dem Zugfahrzeug zuzuschlagen
- Einhaltung der angegeben Überhanggrenzen hinsichtlich des max. Fahrzeugüberhangs.
- Fahrzeuge mit liftbaren Achsen müssen die Liftachse bei Betrieb der Ladebordwand absenken.
- Die Tabellenwerte stellen die Eckwerte dar, für die aus Festigkeits-/ Durchbiegungsgründen keine Abstützungen erforderlich sind.

Sie sind erst erforderlich, wenn:

- die in den Tabellen angegeben Grenzen der Ladebordwandtragkraft überschritten werden
- die Standsicherheit Abstützungen erforderlich macht.

Werden Abstützungen- obwohl nicht erforderlich - angebaut, hat dies keinen Einfluss auf die Größe des verlangten Hilfsrahmens. Das Anheben des Fahrzeuges mit den Abstützungen ist nicht zulässig, weil daraus Rahmenschäden entstehen.
Die Tabellen sind nach Tonnageklasse, Variantenbeschreibung, Federungsart und Radstand aufsteigend sortiert, wobei die Variantenbeschreibungen (z.B. TGL 8.xxx 4x2 BB) als Orientierungshilfe zu sehen sind, verbindlich sind die 3-stelligen Typnummern die sich in der Grundfahrzeugnummer an 2.-4. Stelle und in der Fahrzeugidentifizierungsnummer an 4. - 6. Stelle wieder finden (Erklärung siehe Kapitel 2.2).

Beim Überhang ist - immer bezogen auf Radmitte letzter Achse - sowohl der Rahmenüberhang des serienmäßigen Fahrgestells als auch der gesamte maximale Fahrzeugüberhang angegeben (einschließlich Aufbau und Ladebordwand, siehe Bild 77) der nach Montage der Ladebordwand nicht überschritten werden soll. Reicht der vorgegebene maximale Fahrzeugüberhang dennoch nicht aus, gelten die Hilfsrahmendaten der jeweils folgenden Zeile bei der die ≤ -Bedingung erfüllt ist (außer Beginn der schubstarren Verbindung, die sich nur auf den Radstand bezieht).

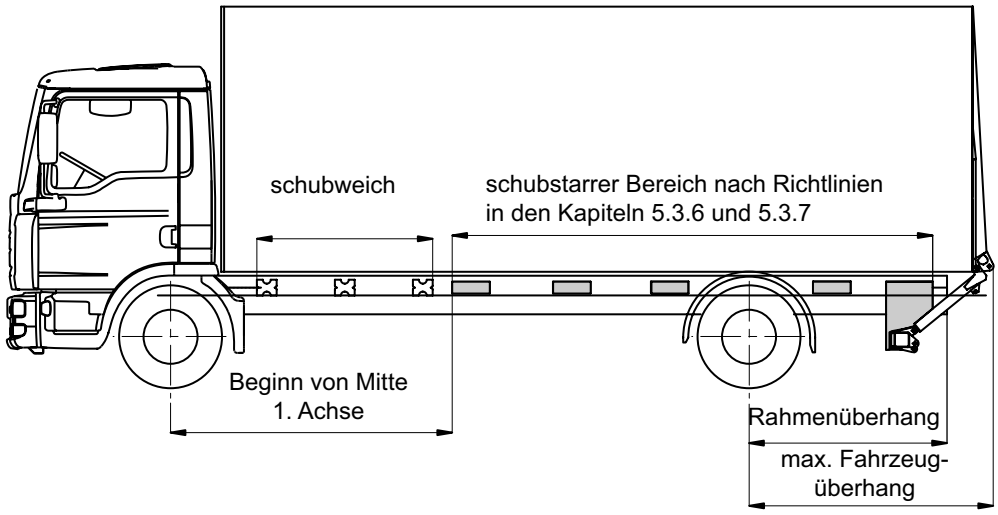
Die Hilfsrahmen in den Tabellen sind Beispiele, so ist z.B. **U120/60/6** ein zur Innenseite offenes **U**-Profil der Außenhöhe **120** mm, oben und unten **60** mm breit und im ganzen Querschnitt **6** mm dick. Andere Stahlprofile sind zulässig, wenn sie mindestens gleiche Werte hinsichtlich des Flächenträgheitsmoments I_x, der Widerstandsmomente W_{x1}, W_{x2} und der Streckgrenze $\sigma_{0,2}$ haben.

Tabelle 23: Technische Daten Hilfsrahmenprofile für Ladebordwandtabellen

Profil	Höhe	Breite o/u	Dicke	I_x	W_{x1}, W_{x2}	$\sigma_{0,2}$	σ_B	Masse
U100/50/5	100 mm	50 mm	5 mm	136 cm^4	27 cm^3	355 N/mm^2	520 N/mm^2	7,2 kg/m
U100/60/6	100 mm	60 mm	6 mm	182 cm^4	36 cm^3	355 N/mm^2	520 N/mm^2	9,4 kg/m
U120/60/6	120 mm	60 mm	6 mm	281 cm^4	47 cm^3	355 N/mm^2	520 N/mm^2	10,4 kg/m
U140/60/6	140 mm	60 mm	6 mm	406 cm^4	58 cm^3	355 N/mm^2	520 N/mm^2	11,3 kg/m
U160/60/6	160 mm	60 mm	6 mm	561 cm^4	70 cm^3	355 N/mm^2	520 N/mm^2	12,3 kg/m
U160/70/7	160 mm	70 mm	7 mm	716 cm^4	90 cm^3	355 N/mm^2	520 N/mm^2	15,3 kg/m
U180/70/7	180 mm	70 mm	7 mm	951 cm^4	106 cm^3	355 N/mm^2	520 N/mm^2	16,3 kg/m

Falls ausreichend, ist der schubweiche Aufbau des Hilfsrahmens mit dem Kennzeichen **w** angegeben, beim teilweise schubstarren Aufbau (Kennzeichen **s**) sind die Anzahl der Schraubverbindungen, die Schweißnahtlänge - jeweils pro Rahmenseite - und der Beginn der schubstarren Verbindung von Mitte 1. Achse angegeben (siehe Bild 77). Hinsichtlich der schubstarren bzw. teilweise schubstarren Verbindung gelten die Bedingungen des Kapitels 5.3.7 ‚Schubstarre Verbindung'.
Zur Befestigung der Ladebordwandanbauplatten sind zusätzlich zu den in den Tabelle 24-34 angegebenen Verbindungsmitteln die Montage-Richtlinie des Ladebordwandherstellers zu beachten.

Bild 77: Ladebordwandanbau: Überhangmaße, Maße bei teilweise schubstarrer Verbindung ESC-733



Tabellen 24: N01 Hilfsrahmen und Montageart bei Ladebordwand

TGL 7.xxx 4x2 BB Verbindungsart: **w** = schub**w**eich **s** = schub**s**tarr

N01	**7.xxx 4x2 BB (Blatt-Blatt)**								
Radstand	Serien Rahmen-überhang	max. Fahrzeug-überhang	Rahmen-profil Nr.	LBW Nutzlast [kN]	Mindest Hilfs-rahmen	Verbin-dungsart	je Rahmenseite ≥		Beginn von Mitte 1. Achse ≤
							Schrauben-Bohrungs-Ø 12+0,2	Schweiß-nahtlänge	
3.300	1.775	≤ 1.950	35	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
3.900	2.125	≤ 2.300	35	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
				20,0	U 140/60/6	w			
					U 100/50/5	s	20	700	2.250
4.200	2.325	≤ 2.500	35	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
				15,0	U 140/60/6	w			
					U 100/50/5	s	16	550	2.400
				20,0	U 160/70/7	w			
					U 100/50/5	s	20	700	2.400
4.500	2.475	≤ 2.700	36	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
				15,0	U 140/60/6	w			
					U 100/50/5	s	20	550	2.600
				20,0	U 180/70/7	w			
					U 100/50/5	s	24	650	2.600
4.850	2.475	≤ 2.900	36	≤ 7,5	U 120/60/6	w			
					U 100/50/5	s	12	400	2.800
				10,0	U 160/60/6	w			
					U 100/50/5	s	14	450	2.800
				15,0	U 100/50/5	s	18	650	2.800
				20,0	U 100/50/5	s	22	800	2.800

Maße in mm, Lasten in kN

Tabelle 25: N11 Hilfsrahmen und Montageart bei Ladebordwand

TGL 7.xxx 4x2 BL Verbindungsart: **w** = schub**w**eich **s** = schub**s**tarr

N11	**7.xxx 4x2 BL (Blatt-Luft)**								
Radstand	Serien Rahmen-überhang	max. Fahrzeug-überhang	Rahmen-profil Nr.	LBW Nutzlast [kN]	Mindest Hilfs-rahmen	Verbin-dungsart	je Rahmenseite ≥		Beginn von Mitte 1.Achse ≤
							Schrauben-Bohrungs-Ø 12+0,2	Schweiß-nahtlänge	
3.300	1.775	≤ 1.950	35	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
				20,0	U 140/60/6	w			
					U 100/50/5	s	18	650	1.900
3.900	2.125	≤ 2.300	35	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
				15,0	U 160/60/6	w			
					U 100/50/5	s	14	500	2.250
				20,0	U 100/50/5	s	18	650	2.250
4.200	2.325	≤ 2.500	35	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
				10,0	U 140/60/6	w			
					U 100/50/5	s	12	400	2.400
				15,0	U 100/50/5	s	14	550	2.400
				20,0	U 100/50/5	s	18	650	2.400
4.500	2.475	≤ 2.700	36	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
				10,0	U 140/60/6	w			
					U 100/50/5	s	14	400	2.600
				15,0	U 180/70/7	w			
					U 100/50/5	s	20	550	2.600
				20,0	U 100/50/5	s	14	400	2.600
4.850	2..475	≤ 2.900	36	≤ 7,5	U 160/60/6	w			
					U 100/50/5	s	10	400	2.800
				10,0	U 100/50/5	s	12	450	2.800
				15,0	U 100/50/5	s	16	600	2.800
				20,0	U 120/60/6	s	20	600	2.800

Maße in mm, Lasten in kN

Tabelle 26: N02, N03 Hilfsrahmen und Montageart bei Ladebordwand

TGL 8.xxx 4x2 BB Verbindungsart: **w** = schub**w**eich **s** = schub**s**tarr

N02 N03	**8.xxx 4x2 BB (Blatt-Blatt)**								
Rad-stand	Serien Rahmen-überhang	max. Fahrzeug-überhang	Rahmen-profil Nr.	LBW Nutzlast [kN]	Mindest Hilfs-rahmen	Verbin-dungsart	je Rahmenseite ≥		Beginn von Mitte 1. Achse ≤
							Schrauben-Bohrungs-Ø 12+0,2	Schweiß-nahtlänge	
≤ 3.600	1.525 - 1.925	≤ 2.150	36	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
3.900	2.125	≤ 2.300	36	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
				20,0	U 100/60/6	w			
					U 100/50/5	s	16	600	2.250
4.200	2.325	≤ 2.500	36	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
				15,0	U 100/60/6	w			
					U 100/50/5	s	14	500	2.400
				20,0	U 160/60/6	w			
					U 100/50/5	s	18	650	2.400
4.500	2.475	≤ 2.700	36	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
				15,0	U 140/60/6	w			
					U 100/50/5	s	14	550	2.600
				20,0	U 180/70/7	w			
					U 100/50/5	s	18	700	2.600
4.850	2.675	≤ 2.900	36	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
				10,0	U 120/60/6	w			
					U 100/50/5	s	12	450	2.800
				15,0	U 180/70/7	w			
					U 100/50/5	s	16	550	2.800
				20,0	U 100/50/5	s	20	700	2.800
5.200	2.875	≤ 3.100	36	≤ 7,5	U 120/60/6	w			
					U 100/50/5	s	10	350	3.000
				10,0	U 160/60/6	w			
					U 100/50/5	s	12	450	3.000
				15,0	U 100/50/5	s	16	600	3.000
				20,0	U 100/50/5	s	20	750	3.000

Maße in mm, Lasten in kN

Tabelle 27: N12, N13 Hilfsrahmen und Montageart bei Ladebordwand

TGL 8.xxx 4x2 BL Verbindungsart: **w** = schub**w**eich **s** = schub**s**tarr

N12 N13	**8.xxx 4x2 BL (Blatt-Luft)**								
Rad-stand	Serien Rahmen-überhang	max. Fahrzeug-überhang	Rahmen-profil Nr.	LBW Nutzlast [kN]	Mindest Hilfs-rahmen	Verbin-dungsart	je Rahmenseite ≥		Beginn von Mitte 1. Achse ≤
							Schrauben-Bohrungs-Ø 12+0,2	Schweiß-nahtlänge	
≤ 3.600	1.525 – 1.775	≤ 2.150	36	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
3.900	2.125	≤ 2.300	36	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
				20,0	U 100/60/6	w			
					U 100/50/5	s	16	600	2.250
4.200	2.325	≤ 2.500	36	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
				15,0	U 100/60/6	w			
					U 100/50/5	s	14	500	2.400
				20,0	U 160/60/6	w			
					U 100/50/5	s	18	650	2.400
4.500	2.475	≤ 2.700	36	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
				15,0	U 140/60/6	w			
					U 100/50/5	s	14	550	2.600
				20,0	U 180/70/7	w			
					U 100/50/5	s	18	700	2.600
4.850	2.675	≤ 2.900	36	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
				10,0	U 120/60/6	w			
					U 100/50/5	s	12	450	2.800
				15,0	U 180/70/7	w			
					U 100/50/5	s	16	550	2.800
				20,0	U 120/60/6	s	20	700	2.800
5.200	2.875	≤ 3.100	36	≤ 7,5	U 120/60/6	w			
					U 100/50/5	s	10	350	3.000
				10,0	U 160/60/6	w			
					U 100/50/5	s	12	450	3.000
				15,0	U 100/50/5	s	16	600	3.000
				20,0	U 120/60/6	s	22	750	3.000

Maße in mm, Lasten in kN

Tabelle 28: N04, N05 Hilfsrahmen und Montageart bei Ladebordwand

TGL 10.xxx 4x2 BB
TGL 12.xxx 4x2 BB

Verbindungsart: **w** = schub**w**eich **s** = schub**s**tarr

N04 N05	**10.xxx 4x2 BB (Blatt-Blatt), 12.xxx 4x2 BB (Blatt-Blatt)**								
Rad-stand	Serien Rahmen-überhang	max. Fahrzeug-überhang	Rahmen-profil Nr.	LBW Nutzlast [kN]	Mindest Hilfs-rahmen	Verbin-dungsart	je Rahmenseite ≥		Beginn von Mitte 1. Achse ≤
							Schrauben-Bohrungs-Ø 12+0,2	Schweiß-nahtlänge	
≤3.300	1.525 - 1.775	≤ 1.950	5	≤ 30,0	U 100/50/5	w			
3.600	1.925	≤ 2.150	5	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
				30,0	U 120/60/6	w			
					U 100/50/5	s	24	900	2.100
3.900	2.125	≤ 2.300	5	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
				30,0	U 160/60/6	w			
					U 100/50/5	s	24	900	2.250
4.200	2.325	≤ 2.500	5	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
				20,0	U 140/60/6	w			
					U 100/50/5	s	18	650	2.400
				30,0	U 180/70/7	w			
					U 100/50/5	s	24	900	2.400
4.500	2.475	≤ 2.700	5	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
				15,0	U 140/60/6	w			
					U 100/50/5	s	16	600	2.600
				20,0	U 160/70/7	w			
					U 100/50/5	s	20	700	2.600
				30,0	U 120/60/6	s	26	950	2.600
4.850	2.675	≤ 2.900	5	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
				10,0	U 120/60/6	w			
					U 100/50/5	s	14	500	2.800
				15,0	U 160/70/7	w			
					U 100/50/5	s	16	600	2.800
				20,0	U 100/50/5	s	20	750	2.800
				30,0	U 120/60/6	s	28	950	2.800
5.200	2.875	≤ 3.100	5	≤ 7,5	U 120/60/6	w			
					U 100/50/5	s	12	450	3.000
				10,0	U 160/60/6	w			
					U 100/50/5	s	14	500	3.000
				15,0	U 100/50/5	s	18	650	3.000
				20,0	U 100/50/5	s	20	750	3.000
				30,0	U 120/60/6	s	30	900	3.000

Maße in mm, Lasten in kN

Tabelle 29: N14, N15 Hilfsrahmen und Montageart bei Ladebordwand

TGL 10.xxx 4x2 BL
TGL 12.xxx 4x2 BL

Verbindungsart: **w** = schub**w**eich **s** = schub**s**tarr

N14 N15	**10.xxx 4x2 BL (Blatt-Luft), 12.xxx 4x2 BL (Blatt-Luft)**								
Rad-stand	Serien Rahmen-überhang	max. Fahrzeug-überhang	Rahmen-profil Nr.	LBW Nutzlast [kN]	Mindest Hilfs-rahmen	Verbin-dungsart	je Rahmenseite ≥		Beginn von Mitte 1. Achse ≤
							Schrauben-Bohrungs-Ø 12+0,2	Schweiß-nahtlänge	
≤ 3.300	1.525 - 1.775	≤ 1.950	5	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
				30,0	U 160/60/6	w			
					U 100/50/5	s	22	800	1.750
3.600	1.925	≤ 2.150	5	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
				20,0	U 140/60/6	w			
					U 100/50/5	s	16	600	2.100
				30,0	U 180/70/7	w			
					U 100/50/5	s	22	800	2.100
3.900	2.125	≤ 2.300	5	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
				15,0	U 100/60/6	w			
					U 100/50/5	s	14	500	2.250
				20,0	U 160/60/6	w			
					U 100/50/5	s	16	600	2.250
				30,0	U 100/50/5	s	22	850	2.250
4.200	2.325	≤ 2.500	5	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
				15,0	U 160/60/6	w			
					U 100/50/5	s	14	550	2.400
				20,0	U 180/70/7	w			
					U 100/50/5	s	18	650	2.400
				30,0	U 100/50/5	s	24	900	2.400
4.500	2.475	≤ 2.700	5	≤ 7,5	U 100/60/6	w			
					U 100/50/5	s	12	400	2.600
				10,0	U 140/60/6	w			
					U 100/50/5	s	12	450	2.600
				15,0	U 180/70/7	w			
					U 100/50/5	s	16	600	2.600
				20,0	U 100/50/5	s	18	700	2.600
				30,0	U 120/60/6	s	26	800	2.600
4.850	2.675	≤ 2.900	5	≤ 7,5	U 160/60/6	w			
					U 100/50/5	s	12	450	2.800
				10,0	U 180/70/7	w			
					U 100/50/5	s	14	500	2.800
				15,0	U 100/50/5	s	16	600	2.800
				20,0	U 100/60/6	s	22	650	2.800
				30,0	U 140/60/6	s	28	850	2.800

Fortsetzung: **Tabelle 29**

N14 N15	**10.xxx 4x2 BL (Blatt-Luft), 12.xxx 4x2 BL (Blatt-Luft)**								
Rad-stand	Serien Rahmen-überhang	max. Fahrzeug-überhang	Rahmen-profil Nr.	LBW Nutzlast [kN]	Mindest Hilfs-rahmen	Verbin-dungsart	je Rahmenseite ≥		Beginn von Mitte 1. Achse ≤
							Schrauben-Bohrungs-Ø 12+0,2	Schweiß-nahtlänge	
5.200	2.875	≤ 3.100	5	≤ 7,5	U 160/70/7	w			
					U 100/50/5	s	12	450	3.000
				10,0	U 100/50/5	s	14	500	3.000
				15,0	U 100/50/5	s	18	650	3.000
				20,0	U 120/60/6	s	22	650	3.000
				30,0	U 160/60/6	s	28	850	3.000
5.550	3.075	≤ 3.300	5	≤ 7,5	U 100/50/5	s	14	500	3.200
				10,0	U 100/50/5	s	16	550	3.200
				15,0	U 120/60/6	s	20	600	3.200
				20,0	U 140/60/6	s	22	700	3.200
				30,0	U 180/70/7	s	28	700	3.200
6.700	3.625	≤ 4.000	5	≤ 7,5	U 120/60/6	s	16	500	3.850
Achtung: Ges.länge 12 m nicht überschreiten				10,0	U 140/60/6	s	18	550	3.850
				15,0	U 160/70/7	s	22	550	3.850
				20,0	U 180/70/7	s	24	650	3.850

Maße in mm, Lasten in kN

Tabelle 30: N16 Hilfsrahmen und Montageart bei Ladebordwand

TGM 12.xxx 4x2 BL
TGM 15.xxx 4x2 BL

Verbindungsart: **w** = schub**w**eich **s** = schub**s**tarr

N16	**12/15.xxx 4x2 BL (Blatt-Luft)**								
Rad-stand	Serien Rahmen-überhang	max. Fahrzeug-überhang	Rahmen-profil Nr.	LBW Nutzlast [kN]	Mindest Hilfs-rahmen	Verbin-dungsart	je Rahmenseite ≥		Beginn von Mitte 1. Achse ≤
							Schrauben-Bohrungs-Ø 14+0,2	Schweiß-nahtlänge	
≤ 3.300	2.325	≤ 2.450	37	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
				15,0	U 140/60/6	w			
					U 100/50/5	s	16	550	2.400
				20,0	U 180/70/7	w			
					U 140/60/6	s	18	650	2.400
				30,0	U 100/50/5	s	24	900	2.400
4.425	2.475	≤ 2.650	37	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
				10,0	U 140/60/6	w			
					U 100/50/5	s	14	500	2.550
				15,0	U 180/70/7	w			
					U 100/50/5	s	16	600	2.550
				20,0	U 100/50/5	s	20	700	2.550
				30,0	U 120/60/6	s	28	800	2.550
4.775	2.675	≤ 2.850	37	≤ 7,5	U 160/60/6	w			
					U 100/50/5	s	14	450	2.850
				10,0	U 180/70/7	w			
					U 100/50/5	s	14	550	2.850
				15,0	U 100/50/5	s	18	650	2.850
				20,0	U 100/50/5	s	20	750	2.850
				30,0	U 140/60/6	s	28	850	2.850
5.125	2.875	≤ 3.050	37	≤ 7,5	U 180/70/7	w			
					U 100/50/5	s	14	500	2.950
				10,0	U 100/50/5	s	16	550	2.950
				15,0	U 100/50/5	s	18	650	2.950
				20,0	U 120/60/6	s	22	700	2.950
				30,0	U 160/60/6	s	28	850	2.950
5.425	3.075	≤ 3.100	37	≤ 7,5	U 180/70/7	w			
					U 100/50/5	s	14	500	3.150
				10,0	U 100/50/5	s	16	550	3.150
				15,0	U 100/50/5	s	24	700	3.150
				20,0	U 120/60/6	s	30	900	3.150
				30,0	U 160/60/6	s	30	900	3.150

Maße in mm, Lasten in kN

Tabelle 31: N26 Hilfsrahmen und Montageart bei Ladebordwand

TGM 12.xxx 4x2 LL
TGM 15.xxx 4x2 LL

Verbindungsart: **w** = schub**w**eich **s** = schub**s**tarr

N26	**12/ 15.xxx 4x2 LL (Luft -Luft)**								
Rad-stand	Serien Rahmen-überhang	max. Fahrzeug-überhang	Rahmen-profil Nr.	LBW Nutzlast [kN]	Mindest Hilfs-rahmen	Verbin-dungsart	je Rahmenseite ≥		Beginn von Mitte 1. Achse ≤
							Schrauben-Bohrungs-Ø 14+0,2	Schweiß-nahtlänge	
4.125	2.125	≤ 2.250	39	< 20,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
				30,0	U 100/50/5	w			
4.425	2.325	≤ 2.450	39	≤ 20,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
				30,0	U 160/70/7	w			
					U 100/50/5	s	20	700	2.550
4.725	2.475	≤ 2.650	39	≤ 15,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
				20,0	U 120/60/6	w			
					U 100/50/5	s	16	550	2.750
				30,0	U 100/50/5	s	20	750	2.750
5.075	2.675	≤ 2.850	39	≤ 10,0	≤ 30,0				
				15,0	U 120/60/6	w			
					U 100/50/5	s	14	500	2.950
				20,0	U 180/60/6	w			
					U 100/50/5	s	16	600	2.950
				30,0	U 100/50/5	s	22	800	2.950
5.425	2.875	≤ 3.100	39	≤ 7,5	kein Hilfsrahmen erforderlich				
				10,0	U 120/60/6	w			
					U 100/50/5	s	12	450	3.150
				15,0	U 180/70/7	w			
					U 100/50/5	s	16	550	3.150
				20,0	U 100/50/5	s	18	650	3.150
				30,0	U 100/60/6	s	26	750	3.150

N26	**22.xxx 6x2-4 LL (Luft -Luft)**								
Rad-stand	Serien Rahmen-überhang	max. Fahrzeug-überhang	Rahmen-profil Nr.	LBW Nutzlast [kN]	Mindest Hilfs-rahmen	Verbin-dungsart	je Rahmenseite ≥		Beginn von Mitte 1. Achse ≤
							Schrauben-Bohrungs-Ø 14+0,2	Schweiß-nahtlänge	
≤ 4.725 +1355	≤ 2.475	≤ 2.475	41	≤ 30,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				

Maße in mm, Lasten in kN

Tabelle 32: N08 Hilfsrahmen und Montageart bei Ladebordwand

TGM 18.xxx 4x2 BB Verbindungsart: **w** = schub**w**eich **s** = schub**s**tarr

N08	**18.xxx 4x2 BB (Blatt-Blatt)**								
Rad-stand	Serien Rahmen-überhang	max. Fahrzeug-überhang	Rahmen-profil Nr.	LBW Nutzlast [kN]	Mindest Hilfs-rahmen	Verbin-dungsart	je Rahmenseite ≥		Beginn von Mitte 1. Achse ≤
							Schrauben-Bohrungs-Ø 14+0,2	Schweiß-nahtlänge	
≤ 5.775	≤ 3.075	≤ 2.350	39	≤ 30,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
6.175	3.275	≤ 2.550	39	≤ 20,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
				30,0	U 100/50/5	w			

Maße in mm, Lasten in kN

Tabelle 33: N18, N28 Hilfsrahmen und Montageart bei Ladebordwand

TGM 18.xxx 4x2 BL Verbindungsart: **w** = schub**w**eich **s** = schub**s**tarr
TGM 18.xxx 4x2 LL

N18 **N28**	**18.xxx 4x2 BL (Blatt-Luft)** **18.xxx 4x2 LL (Luft-Luft)**								
Rad-stand	Serien Rahmen-überhang	max. Fahrzeug-überhang	Rahmen-profil Nr.	LBW Nutzlast [kN]	Mindest Hilfs-rahmen	Verbin-dungsart	je Rahmenseite ≥		Beginn von Mitte 1. Achse ≤
							Schrauben-Bohrungs-Ø 14+0,2	Schweiß-nahtlänge	
≤ 5.075	≤ 2.675	≤ 2.000	39	≤ 30,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
5.425	2.875	≤ 2.200	39	≤ 20,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
				30,0	U 100/50/5	w			
5.775	3.075	≤ 2.350	39	≤ 20,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
				30,0	U 140/60/6	w			
					U 100/50/5	s	14	650	3.350
6.175	3.275	≤ 2.550	39	≤ 15,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
				20,0	U 100/50/5	w			
				30,0	U 100/60/6	s	16	700	3.350
6.575	2.675	≤ 2.675	39	7,5	U 140/60/6	s	14	400	3550
				10,0	U 140/60/6		16	500	
				15,0	U 140/60/6		29	600	
				20,0	U 140/60/6		22	700	
				30,0	U 160/70/7		30	750	
6.975	2.675	≤ 2.675	39	7,5	U 140/60/6	s	14	400	4050
				10,0	U 140/60/6		16	500	
				15,0	U 140/60/6		20	600	
				20,0	U 140/60/6		22	700	
				30,0	U 160/70/7		30	750	

Maße in mm, Lasten in kN

Tabelle 34: N46, N44 Hilfsrahmen und Montageart bei Ladebordwand

TGM 26.xxx 6x2-4 BL Verbindungsart: **w** = schub**w**eich **s** = schub**s**tarr
TGM 26.xxx 6x2-4 LL

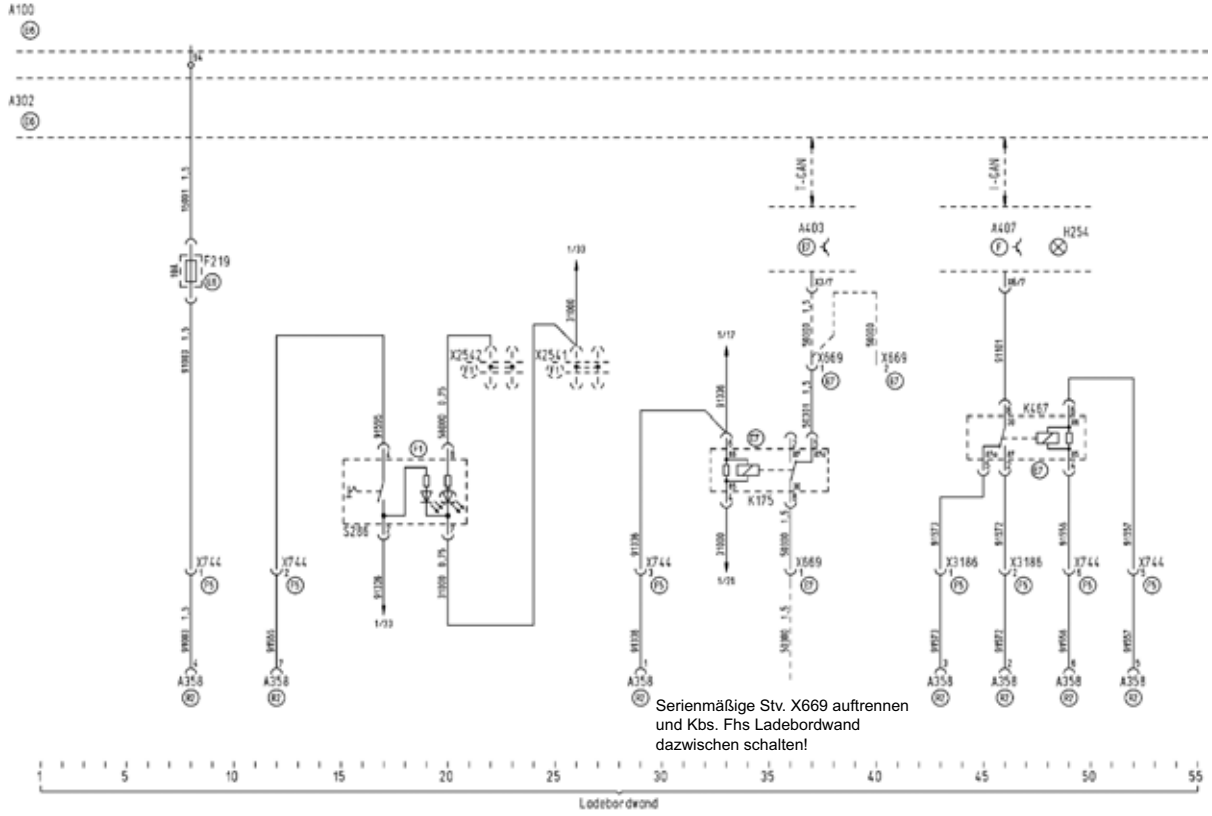
N44 **26.xxx 6x2-4 LL (Luft-Luft)** **N46** **26.xxx 6x2-4 BL (Blatt-Luft)**									
Rad-stand	Serien Rahmen-überhang	max. Fahrzeug-überhang	Rahmen-profil Nr.	LBW Nutzlast [kN]	Mindest Hilfs-rahmen	Verbin-dungsart	je Rahmenseite ≥		Beginn von Mitte 1. Achse ≤
							Schrauben-Bohrungs-Ø 16+0,2	Schweiß-nahtlänge	
≤ 5.775 +1350	≤ 2.675	≤ 2.300	39	≤ 30,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				

Maße in mm, Lasten in kN

Elektrischer Anschluss

Elektrohydraulische Ladebordwände erfordern eine gewissenhafte Auslegung der elektrischen Versorgung. Die Anwendung der Hinweise im Kapitel ‚Elektrik, Elektronik, Leitungen' der Aufbaurichtlinien werden vorausgesetzt. Die elektrische Schnittstelle für Ladebordwand ist idealerweise ab Werk vorzusehen (umfasst Schalter, Kontrollleuchte, Anlasssperre und Stromversorgung für Ladebordwand). Eine Nachrüstung ist aufwendig und bedingt einen Eingriff in das Fahrzeugbordnetz, der nur von entsprechend geschulten Mitarbeitern der MAN-Servicestellen durchgeführt werden soll. Die werkseitig eingebaute Transportsicherung ist zu entfernen. Der Aufbauhersteller hat die Verschaltung der Ladebordwand auf deren Eignung für MAN-Fahrzeuge zu prüfen.
Die Ansteuerung der Schnittstelle A358 darf im Normalbetrieb nur mit 24 V Dauersignalen – nicht mit Blinkimpulsen – erfolgen.
Im Störungsfall darf das Relais K467 kurzfristig mit einem getakteten Signal beaufschlagt werden. Anschluss an die Schnittstelle Elektrik für Hubladebordwand, siehe nachfolgender Zusatzschaltplan.

Bild 78: Zusatzschaltplan Ladebordwand für TG MAN-Nr. 81.99192.1920



Legende

A100 255 Zentralelektrik
A302 352 Zentralrechner 2
A358 Steuergerät Ladebordwand
A403 339 Fahrzeugführungsrechner
A407 342 Instrumentierung

F219 118 Sicherung Ladebordwand (Kl. 15)

H254 Kontrollleuchte Ladebordwand

K175 281 Relais Startsperre
K467 281 Relais Ladebordwand

S286 547 Schalter Ladebordwand

X669 Stv. Anlassersperre
X744 Stv. Ladebordwand
X2541 246 Potentialverteiler 21-pol. Ltg.31000
X2542 246 Potentialverteiler 21-pol. Ltg.58000
X3186 Stv. Ladebordwand

Leitungen 91003, 91336, 91555, 91556, 91557, 91572 und 91573 führen zu 7-poligem Buchsengehäuse ans Rahmenende (eingerollt).

5.4.4 Wechselbehälter

Ab Werk gibt es für TGM keine Wechselbrückentraggestelle, es gibt jedoch Aufbauhersteller die Wechselbrückentraggestelle für TGM anfertigen. Damit können im Rahmen der Aufbaurichtlinien genormte Wechselbrücken, -koffer und -container aufgenommen werden. Die Verwendung für andere Aufbauten z.B. Tankaufbauten ist nur gegeben, wenn die Eignung vom Hersteller des Wechselbrückentraggestells und von MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) bescheinigt wird. Vorhandene Mittelauflagen nicht entfernen, sie sind unbedingt zu benutzen! Der Aufbau muss auf deren ganzer Länge aufliegen. Ist dies aus konstruktiven Gründen nicht möglich, dann ist ein ausreichend dimensionierter Hilfsrahmen vorzusehen. Aufnahmen für Wechselbehälter sind nicht zur Aufnahme von Kräften geeignet, die durch Arbeitsmaschinen und Punktlasten entstehen. So müssen z.B. für den Aufbau von Betonmischern, Kippern, Sattelhilfsrahmen mit Sattelkupplungen usw. andere Befestigungen und Aufnahmen verwendet werden.

Die Eignung für diesen Zweck ist durch den Aufbauhersteller nachzuweisen.

5.4.5 Selbsttragende Aufbauten ohne Hilfsrahmen

Trifft eine der folgenden Bedingungen zu, ist ein hilfsrahmenloser Aufbau grundsätzlich nicht möglich:

- Punktlast durch eine angebaute Maschine (z.B. Ladebordwand, Seilwinde)
- lokale Krafteinleitung aus dem Aufbau in das Fahrgestell
- bei den Typen N01, und N11.

Ein Hilfsrahmen ist eventuell nicht erforderlich, wenn:

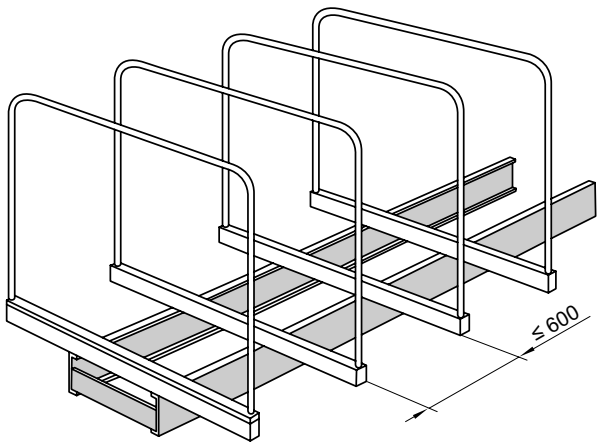
- ein ausreichendes Widerstandsmoment (beeinflusst die Biegespannung) und
- ein ausreichendes Flächenträgheitsmoment (beeinflusst die Durchbiegung) und
- ein selbsttragender Aufbau gegeben sind.

Voraussetzung ist für Fahrzeuge die nach dieser Richtlinie einen Hilfsrahmen brauchen eine schriftliche Genehmigung durch MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“).

Hinweise zum hilfsrahmenlosen Aufbau:

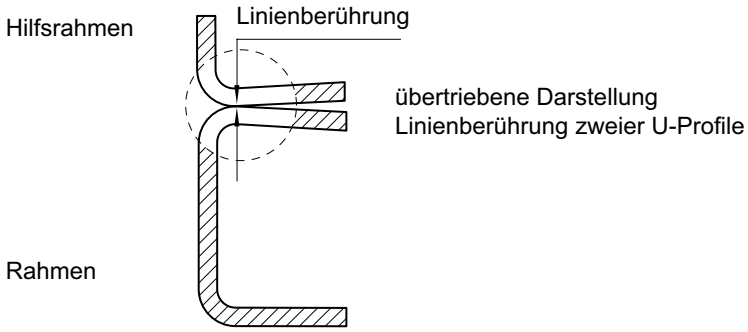
Die Querträgerabstände des Aufbaus nicht mehr als 600 mm betragen (siehe Bild 79).
Im Bereich der Hinterachse ist eine Überschreitung des Maßes von 600 mm zulässig.

Bild 79: Querschwellerabstand bei Entfall Hilfsrahmen ESC-001



Die rahmenseitigen Auflagen des Aufbaus müssen die aufgrund der „Hertz‘schen Flächenpressung“ ermittelbaren Mindestlängen aufweisen. Dabei ist von der „Linienberührung zweier Zylinder“ auszugehen und nicht von der „Linienberührung Zylinder auf Ebene“. Bild 80 stellt eine übertrieben dargestellte Verformung von zwei aufeinander liegenden U-Profilen dar.
Ein Berechnungsbeispiel ist im Kapitel 9 Heft ‚Berechnungen‘ zu finden.

Bild 80: Verformung zweier U-Profile ESC-120



Schwingungsprobleme sind bei Aufbauten ohne Hilfsrahmen nicht auszuschließen. MAN macht keine Aussagen über das Schwingungsverhalten von Fahrzeugen mit hilfsrahmenlosen Aufbauten, da das Schwingungsverhalten vom Aufbau abhängt. Treten unzulässige Schwingungen auf, ist deren Ursache zu beseitigen, weshalb die nachträgliche Montage eines Hilfsrahmens trotzdem erforderlich werden kann. Auch bei hilfsrahmenloser Bauweise muss die Zugänglichkeit zu den Einfüllstutzen für Kraftstoff und weiteren Betriebsstoffen (z.B. AdBlue) ebenso gegeben sein wie die Zugänglichkeit zu allen weiteren Rahmenanbauteilen (z.B. Reserveradaufzug, Batteriekasten). Die Freigängigkeit beweglicher Teile gegenüber dem Aufbau darf nicht beeinträchtigt sein.

5.4.6 Drehschemelaufbau

Der mit einer Sattelkupplung vergleichbare Drehschemelaufbau benötigt immer einen Hilfsrahmen.
Eine Positionierung des Drehpunktes für den Schemelaufbau hinter der theoretischen Hinterachsmitte muss hinsichtlich der Achslastverteilung und des Fahrverhaltens überprüft werden. Für diesen Fall ist eine Genehmigung durch MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) erforderlich.

5.4.7 Tank und Behälteraufbau

Je nach Transportgut sind die Fahrzeuge von den zuständigen Stellen entsprechend nationaler Auflagen, Richtlinien und Vorschriften auszurüsten.
In Deutschland geben über die Beförderung gefährlicher Güter (nach GGVS) die Gefahrgutbeauftragten der technischen Überwachung (DEKRA, TÜV) Auskunft. Tank- und Behälteraufbauten benötigen in der Regel einen durchgehenden Hilfsrahmen nach Kapitel 5.3.
Die Bedingungen für freigegebene Ausnahmen bei hilfsrahmenlosen Tank- und Behälteraufbauten sind unten beschrieben.
Die Verbindung zwischen Aufbau und Fahrgestell muss in jedem Fall im vorderen Bereich so ausgebildet sein, dass die Verwindungsfähigkeit des Rahmens nicht behindert wird. Dies kann mit einer verdrehweichen vorderen Lagerung erreicht werden, z.B. mit

- Pendellagerung (Bild 81)
- elastischer Lagerung (Bild 82)

Bild 81: Vorderes Lager als Pendellagerung ESC-103

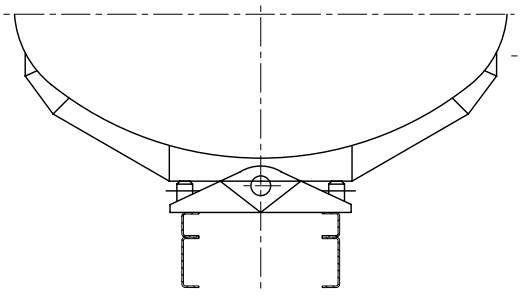
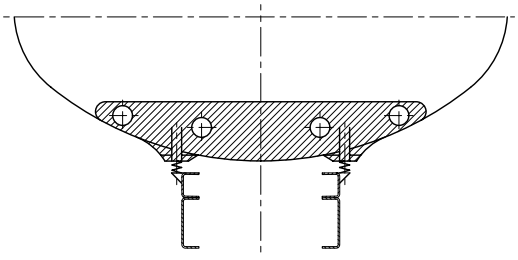


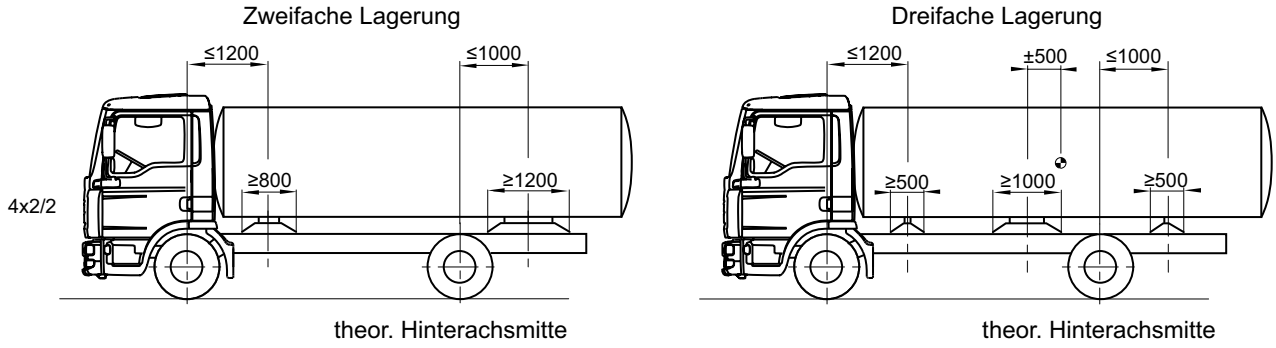
Bild 82: Vorderes Lager als elastische Lagerung ESC-104



Die vordere Lagerungsstelle soll möglichst nahe an die Vorderachsmitte heranreichen. Im Bereich der Hinterachsmitte ist die hintere, querstarre Aufbauabstützung vorzusehen. An dieser Stelle ist auch auf eine ausreichend dimensionierte, großflächige Rahmenverbindung zu achten. Die Mitte des Auflagers ist möglichst nahe an der Hinterachsmitte anzuordnen, max. ≤ 1000 mm. Nach der Aufbaumontage ist unbedingt zu prüfen, ob sich Schwingungen oder andere nachteilige Fahreigenschaften bemerkbar machen. Schwingungen sind durch richtige Auslegung des Hilfsrahmens und richtige Anordnung der Tanklagerung beeinflussbar. Bei TGL (N01-N05; N11-N15) und TGM 15 t (Typ N16) sind keine hilfsrahmenlosen Tank- und Behälteraufbauten zulässig, es sind durchgehende Hilfsrahmen nach Kapitel 5.3, ‚Hilfsrahmen' erforderlich.
Hilfsrahmenlose Tank- und Behälteraufbauten sind bei TGM 18.xxx 4x2 BB und BL (Typnummer N08, N18) möglich, wenn zwei- und dreifache Tanklagerungen in den Abstandsbereichen gemäß Bild 83, angeordnet werden. Bei Überschreitung dieser Maßangaben kann eine unzulässig hohe Rahmendurchbiegung entstehen und ein durchgehender Hilfsrahmen ist erforderlich.
Das Einsatzgebiet des Fahrzeugs ist ausschließlich auf befestigten Straßen.

Hilfsrahmenlose Tank- und Behälteraufbauten bei TGM 12/15 und 18.xxx 4x2 LL (vollluftgefedert) sind mit den üblichen Unterlagen an MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber") zur Überprüfung einzureichen.

Bild 83: Anforderungen Tanklager bei hilfsrahmenloser Bauweise ESC-411



5.4.8 Kipper

Bei kippbaren Aufbauten muss der Aufbauhersteller im Fall von Reparaturen unter dem gekipptem Aufbau zum Arbeitsschutz der Mitarbeiter Abstützungen verfügbar haben.

Kipperaufbauten sind für folgende Fahrgestelle nicht zugelassen:

- 7,5 t: Typ N01, N11.

TGM-Fahrgestelle mit Vollluftfederung: N26, N28, N44.
TGL-Fahrgestelle mit Luftfederung (=Typen N12, N13, N14, N15) sind mit neuer Z-Lenker Hinterachsführung zulässig (Serie ab Produktion April 2010). Beim TGM, Typ N16 ist für den Betrieb als Kipper die Ausstattung „Stoßdämpfer verstärkt für Vorderachse" (Code ab Werk 366CA) erforderlich.

TGM 6x4 Kipperfahrgestelle des Typs N48 sind für Hinterkipperaufbau optimiert. Dies ist in den Verkaufsunterlagen am Zusatz „**-HK**" für Hinterkipper erkennbar. Der Aufbau anderer Aufbauten (z.B. Ladekrankipper, Mehrseitenkipper) ist vor Beginn bei MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber") nachzufragen.

Alle Kipperaufbauten benötigen einen durchgehenden Hilfsrahmen aus Stahl, Mindeststreckgrenze und mögliche Werkstoffe entsprechend Kapitel 5.3.2 „Zulässige Werkstoffe, Streckgrenze".

Die Verbindung von Fahrgestell- und Hilfsrahmen liegt im Verantwortungsbereich des Aufbauherstellers.
Kipperpressen und Kipperlager sind im Hilfsrahmen zu integrieren, da der Fahrzeugrahmen nicht für die Aufnahme von Punktlasten ausgelegt ist.

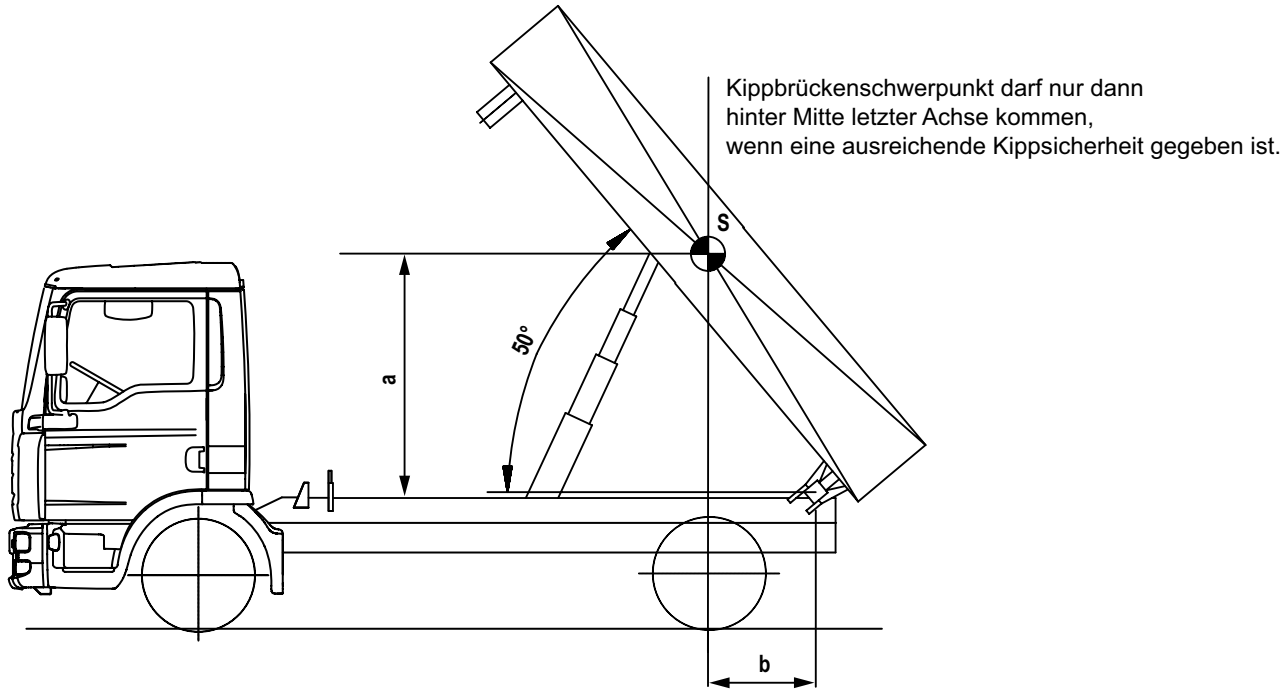
Folgende Eckdaten sind einzuhalten:

- Kippwinkel nach hinten und zur Seite ≤ 50°
- Der Schwerpunkt von Kippbrücke mit Nutzlast darf beim Hinterkippen nur dann hinter Mitte Hinterachse kommen, wenn die Standsicherheit des Fahrzeugs gewährleistet ist.

Wir empfehlen:

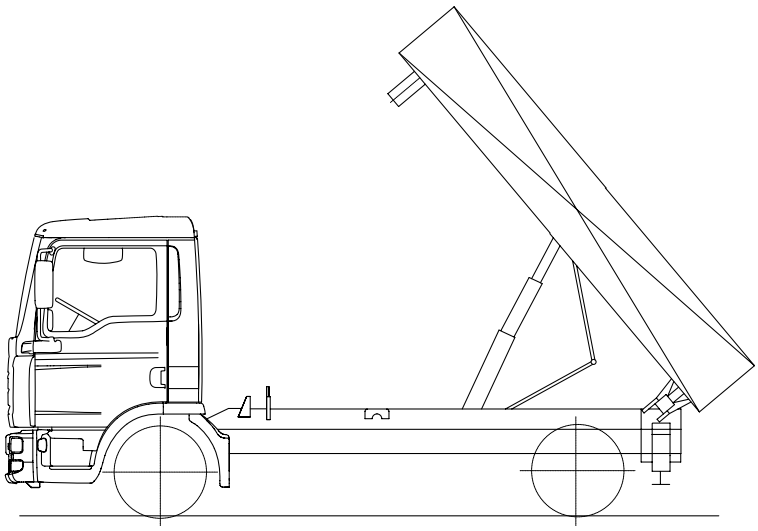
- Schwerpunkthöhe der Kippbrücke beim Kippvorgang: (Maß a siehe Bild 84) ≤ 1.800
- Das hintere Kipplager ist möglichst nahe an der Hinterachse anzuordnen. Empfehlung: Abstandsmaß b „Kipplagermitte bis Hinterachsmitte“ ≤ 1.100 (siehe Bild 84).

Bild 84: Kipper: Maximalmaße Schwerpunkthöhe u. Kipperlagerabstand ESC-605



Aus Gründen der Betriebssicherheit, der Einsatzbedingungen oder bei Überschreitung der oben angegebenen Werte können weiterreichende Maßnahmen erforderlich werden, z.B. die Verwendung von hydraulischen Abstützungen zur Erhöhung der Standsicherheit oder das Versetzen bestimmter Aggregate. Es wird jedoch vorausgesetzt, dass der Aufbauhersteller von sich aus die Notwendigkeit solcher Maßnahmen erkennt und durchführt, da die Maßnahmen wesentlich von der Auslegung seines Produkts abhängen. Wegen der besseren Stand- und Betriebssicherheit ist bei Hinterkippern zur Stabilisierung der Kippbrücke unter Umständen eine so genannte „Schere“ vorzusehen und/ oder eine Abstützung am Rahmenende notwendig (siehe Bild 85).

Bild 85: Hinterkipper mit Schere und Abstützung ESC-606



Bei Fahrzeugen mit Luftfederung ist aus Gründen einer besseren Standsicherheit darauf zu achten, dass die Luftfederung zum Kippvorgang abgesenkt wird. Das Absenken kann entweder manuell über das ECAS- Bedienteil oder automatisiert mittels Sonderausstattung Code 311PH (Parametereingabe ECAS für Luftfederabsenkung auf ca. 20 mm über Puffer) erfolgen.
Die Sonderaustattung 311PH senkt das Fahrzeug automatisch auf das definierte Niveau über Puffer ab, wenn der Nebenabtrieb bei stehendem Fahrzeug eingelegt wird. Damit die Funktion des Codes 311PH sicher aktiviert wird, muss die Bedienreihenfolge beim Einlegen des Nebenabtriebs (siehe Betriebsanleitung) zwingend eingehalten werden. Zusätzlich ist zu kontrollieren, dass die Anzeige „Kein Fahrniveau“ erscheint und das Fahrzeug abgesenkt ist. Falls keine automatische Absenkung vorhanden ist, ist der Anwender/ Fahrer auf eine manuelle Absenkung der Luftfederung hinzuweisen.

Für Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 6 gilt zusätzlich:

Bei diesen Fahrzeugen sind unbedingt Abstandshalter an der rechten Seite erforderlich. Hier kommt es ansonsten beim Öffnen der Bordwände zur Kollision mit Bauteilen am Abgasschalldämpfer.

5.4.9 Absetz-, Gleitabsetz- und Gleitabrollkipper

Absetz- und Abrollkipper sind für folgende TGL-Fahrgestelle nicht zugelassen:

- TGL-Fahrgestelle: N01 und N11

Da auf diesem Aufbausektor die Hilfsrahmen aus konstruktiven Gründen häufig nicht der Hauptrahmenkontur folgen können, sind spezielle Verbindungsmittel zum Hauptrahmen vorzusehen. Die ausreichende Dimensionierung und Anbringung dieser Befestigungselemente obliegt dem Aufbauhersteller. Bewährte Befestigungsmittel sowie ihre Ausführung und Anbringung sind aus den herstellerbezogenen Montageanleitungen der Aufbauten ersichtlich. MAN Befestigungswinkel sind für die Befestigung von Ladebrücken und Koffern vorgesehen. Sie eignen sich daher nicht für die Befestigung von Absetz-, Gleitabsetz und Gleitabrollkipper. MAN Befestigungswinkel sind für die Befestigung von Ladebrücken und Koffern vorgesehen. Sie eignen sich nicht für die Befestigung von Absetz-, Gleitabsetz- und Gleitabrollkipper. Aufgrund geringer Unterbauhöhen ist der Freigang aller beweglichen Teile an Fahrgestell (z.B. Bremszylinder, Getriebeschaltung, Achsführungsteile usw.) und Aufbau (z.B. Hydraulikzylinder, Leitungen, Kipprahmen usw.) zu prüfen und zu gewährleisten.
Gegebenenfalls ist ein Zwischenrahmen vorzusehen. Zusätzliche Maßnahmen können die Begrenzung des Federwegs, die Einschränkung der Pendelbewegung an der Doppelachse sein. Diese sind von MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) zu genehmigen.

Beim Be- und Entladevorgang sind Abstützungen am Fahrzeugende erforderlich, wenn:

- die Hinterachslast das Zweifache der technisch zulässigen Hinterachslast überschreitet.
  Dabei sind auch Reifen- und Felgentragfähigkeit zu berücksichtigen.
- die Vorderachse den Bodenkontakt verliert. Ein Abheben ist aus Sicherheitsgründen keinesfalls zulässig!
- die Standsicherheit des Fahrzeuges nicht gegeben ist. Dies kann aufgrund großer Schwerpunkthöhe, unzulässiger Seitenneigung bei einseitiger Einfederung, einseitigem Einsinken in weichem Untergrund usw., der Fall sein.

Eine Heckabstützung durch Blockierung der Fahrzeugfedern ist nur dann zulässig, wenn MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) eine Genehmigung bezüglich Einbau und Krafteinleitung erteilt.
Hierzu sind aussagefähige Unterlagen einzureichen. Die erforderlichen Standsicherheitsnachweise sind vom Aufbauhersteller zu führen.
Bei Fahrzeugen mit Luftfederung ist aus Gründen einer besseren Standsicherheit darauf zu achten, dass die Luftfederung zum Kippvorgang abgesenkt wird. Das Absenken kann entweder manuell über das ECAS- Bedienteil oder automatisiert mittels Sonderausstattung Code 311PH (Parametereingabe ECAS für Luftfederabsenkung auf ca. 20 mm über Puffer) erfolgen.
Die Sonderaustattung 311PH senkt das Fahrzeug automatisch auf das definierte Niveau über Puffer ab, wenn der Nebenabtrieb bei stehendem Fahrzeug eingelegt wird.
Damit die Funktion des Codes 311PH sicher aktiviert wird, muss die Bedienreihenfolge beim Einlegen des Nebenabtriebs (siehe Betriebsanleitung) zwingend eingehalten werden. Zusätzlich ist zu kontrollieren, dass die Anzeige „Kein Fahrniveau“ erscheint und das Fahrzeug abgesenkt ist. Falls keine automatische Absenkung vorhanden ist, ist der Anwender/ Fahrer auf eine manuelle Absenkung der Luftfederung hinzuweisen.

5.4.10 Luftgefederte Fahrzeuge abstützen

Bei der Abstützung von Blatt-/Luft oder vollluftgefederten Fahrzeugen ist folgendes generell zu beachten:
Für die Standsicherheit des Gesamtsystems im Arbeitsbetrieb ist der Aufbauer verantwortlich. Aus Gründen einer besseren Standsicherheit ist darauf zu achten, dass die Luftfederung vor dem Abstützen auf Puffer abgesenkt wird. Das Absenken kann entweder manuell über das ECAS- Bedienteil oder automatisiert mittels Sonderausstattung Code 311PE (Parametereingabe ECAS für Kranbetrieb) erfolgen. Die Sonderaustattung 311PE senkt das Fahrzeug automatisch auf Puffer ab, wenn der Nebenabtrieb bei stehendem Fahrzeug eingelegt wird. Ist der Absenkvorgang abgeschlossen regelt das System einen definierten Restdruck zum Schutz der Luftfederbälge. Damit die Funktion des Codes 311PE sicher aktiviert wird, muss die Bedienreihenfolge beim Einlegen des Nebenabtriebs (siehe Betriebsanleitung) zwingend eingehalten werden. Zusätzlich ist zu kontrollieren, dass die Anzeige „Kein Fahrniveau“ erscheint und das Fahrzeug abgesenkt ist. Falls keine automatische Absenkung vorhanden ist, ist der Anwender/ Fahrer auf eine manuelle Absenkung der Luftfederung hinzuweisen.
Das vollständige Freiheben der Achsen gewährleistet zwarein Optimum an Standsicherheit innerhalb der physikalischen Grenzen, stellt aber aufgrund der damit verbundenen Belastung höhere Ansprüche an Rahmen und Hilfsrahmen.
Das Freiheben der Achsen sowie das Absenken des Fahrzeugs ohne Sonderausstattung Code 311PE kann zu Schäden an den Luftfederbälgen führen.
Zur Einhaltung der in Richtlinien dargestellten Vorgaben und zur Minimierung von vorhersehbaren Fehlanwendungen / Risiken wird die Sonderausstattung 311PE zwingend empfohlen.
Bei speziellen Fahrzeug-/ Aufbaukonzepten sind, in Eigenverantwortung des Aufbauers und in Absprache mit dem Kunden, Ausnahmen möglich.

Hinweis:
Die Funktionen der Codes 311PE / 311PH werden durch das Aus-/ Einschalten des Motors / Nebenabtriebs o.ä. deaktiviert und die Standardregelung (Regelung der Luftfeder auf Fahrniveau) der ECAS aktiviert. In Fällen, in denen das Fahrzeug dauerhaft im eingestellten Niveau (abgesenkter Zustand der Luftfeder) bleiben soll, kann es erforderlich sein, dass die Regelung der ECAS-Luftfederanlage vollständig unterdrückt werden muss. Ist dies erforderlich, kann die Regelunterdrückung über die Sonderausstattung 311PK (Parametereingabe ECAS mit Zusatzverschaltung zur Unterdrückung der Niveauregulierung) realisiert werden. Ist dies für ein Fahrzeug nicht vorhanden, so kann diese von einem MAN Service-Betrieb nachträglich eingebaut werden (siehe dazu MAN Service-Information 239704a). Wir weisen ausdrücklich darauf hin , dass diese Maßnahme nicht zur Verbesserung der Standsicherheit beiträgt und damit auch kein Mittel zur Ausdehnung technischer Grenzen von aufgebauten Geräten (z.B. Kränen) ist.
Die Unterdrückung der ECAS-Regelung darf nur im Arbeitsbetrieb erfolgen.

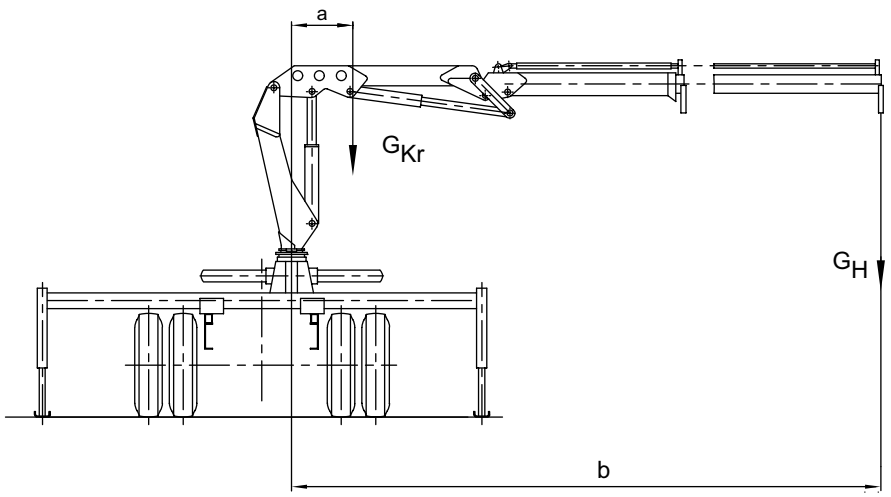
5.4.11 Ladekran

Ladekranaufbauten sind für folgende TGL-Fahrgestelle nicht zugelassen:

Typen N01 und N11

Beim TGM, Typ N16 mit luftgefederter Hinterachse ist für den Betrieb als Krankipper die Ausstattung „Stoßdämpfer verstärkt für Vorderachse“ (Code ab Werk 366CA) erforderlich. Eigengewicht und Gesamtmoment eines Ladekranes müssen auf das zur Verwendung kommende Fahrgestell abgestimmt sein. Die Berechnungsgrundlage bildet das maximale Krangesamtmoment und nicht das Hubmoment. Das Gesamtmoment resultiert aus dem Eigengewicht und der Hubkraft des Ladekranes bei gestrecktem Kranarm. Das Gesamtmoment eines Ladekranes M_{Kr} wird berechnet mit:

Bild 86: Momente am Ladekran ESC-040



Formel 11: Gesamtmoment Ladekran

$$M_{Kr} = \frac{g \cdot s \cdot (G_{Kr} \cdot a + G_H \cdot b)}{1.000}$$

Es bedeuten:

a	=	Abstand des Kranschwerpunktes von Kransäulenmitte in [m], Kranarm gestreckt und auf maximale Länge ausgefahren.
b	=	Abstand der maximalen Hublast von Kransäulenmitte in [m], Kranarm gestreckt und auf maximale Länge ausgefahren
G_H	=	Hublast des Ladekranes in [kg]
G_{Kr}	=	Gewicht des Ladekranes in [kg]
M_{Kr}	=	Gesamtmoment in [kNm]
s	=	Stoßfaktor nach Angabe des Kranherstellers (abhängig von der Kransteuerung), stets ≥ 1
g	=	Erdbeschleunigung 9,81[m/s²]

Die Anzahl der Abstützungen (zwei- oder vierfach), sowie deren Position und Abstützweite ist durch den Kranhersteller aufgrund der Standsicherheitsberechnung und der Fahrzeugbelastung zu bestimmen. MAN kann aus technischen Gründen eine Vierfach-Abstützung verlangen. Während des Kranbetriebes müssen die Abstützungen immer bodenschlüssig ausgefahren sein.
Sie sind sowohl bei Be- als auch bei Entladung entsprechend nachzusetzen. Ein hydraulischer Ausgleich zwischen den Stützen muss gesperrt sein. Gleichfalls ist ein aus Standsicherheitsgründen evtl. notwendiger Ballast durch den Kranhersteller anzugeben.
Für die Standsicherheit ist unter anderem die Verdrehsteifigkeit des gesamten Rahmenverbandes verantwortlich.
Dabei ist zu beachten, dass eine hohe Torsionssteifigkeit des Rahmenverbandes den Fahrkomfort und die Geländegängigkeit des Fahrzeugs reduziert. Für eine ausreichende Befestigung von Kran und Hilfsrahmen muss der Aufbau- oder Kranhersteller sorgen.
Betriebskräfte einschließlich deren Sicherheitsbeiwerte müssen sicher aufgenommen werden.
Ab Werk gelieferte Brückenwinkel sind hierfür nicht geeignet.
Eine unzulässig hohe Belastung der Achsen ist zu vermeiden. Die maximal zulässige Achsbelastung darf im Kranbetrieb nicht mehr als das Zweifache der technisch zulässigen Achslast betragen. Stoßfaktoren der Kranhersteller sind zu berücksichtigen (siehe Formel 11).
Die zulässigen Achslasten dürfen während des Fahrbetriebes nicht überschritten werden, deshalb ist eine auftragsbezogene Achslastberechnung erforderlich. Eine asymmetrische Kranmontage ist nicht zulässig, wenn daraus ungleichmäßige Radlasten resultieren (zulässige Radlastdifferenz ≤ 5%, siehe auch Kapitel 3.1). Der Aufbauhersteller muss für entsprechenden Ausgleich sorgen.
Der Schwenkbereich eines Ladekranes ist zu begrenzen, wenn es die zulässigen Achslasten oder die Standsicherheit erfordern.
In welcher Art und Weise dies geschieht, hat der jeweilige Ladekranhersteller zu überprüfen (z.B. mit schwenkbereichsabhängiger Hublastbegrenzung).
Bei Montage und Betrieb des Ladekrans ist auf die erforderliche Freigängigkeit aller beweglichen Teile zu achten. Bedienelemente müssen den vorgeschriebenen Mindestfreiraum aufweisen. Abweichend von anderen Aufbauten muss bei Kranaufbauten zur Erhaltung der Fahrzeuglenkfähigkeit die Mindestbelastung der Vorderachse in jedem Beladungszustand 30% betragen (siehe auch Tabelle 10 im Kapitel 3.2 „Mindestvorderachslast“). Eventuelle Stützlasten an der Anhängekupplung sind in die erforderliche Achslastberechnung einzubeziehen.
Je nach Krangröße (Gewicht und Schwerpunktlage) und Kranposition (hinter dem Fahrerhaus oder am Heck) sind Fahrzeuge mit verstärkten Federn, verstärktem Stabilisator oder verstärkten Stoßdämpfern auszurüsten, sofern die Liefermöglichkeit gegeben ist. Diese Maßnahmen vermindern den Schiefstand des Fahrgestells (z.B. durch geringere Einfederung verstärkter Federn) und verhindern bzw. reduzieren die Wankneigung. Dennoch ist bei Kranaufbauten ein Schiefstand aufgrund der Verlagerung des Fahrzeugschwerpunktes nicht immer zu vermeiden. Eine Genehmigung für einen Kranaufbau ist dann erforderlich, wenn der in diesen Aufbaurichtlinien gesetzte Rahmen überschritten wird.

Dies ist der Fall bei:

- Überschreitung des angegebenen max. Krangesamtmoments nach Bild 90
- Vierfach-Abstützung
- Sonderabstützung

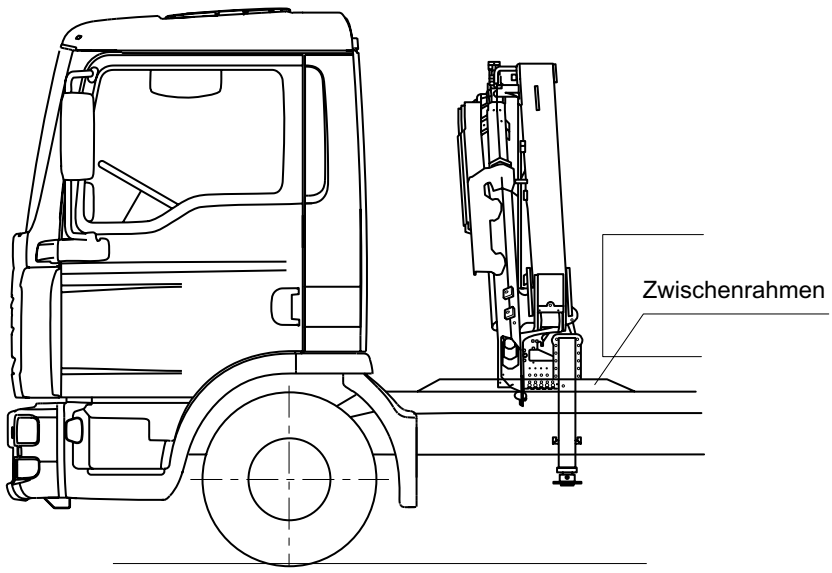
und bei Abweichungen von den hier genannten Vorgaben, insbesondere bei Abweichung von der unten in diesem Kapitel im Abschnitt „Hilfsrahmen für Ladekran“ beschriebenen Auslegungsmethode.

Bei Vierfach-Abstützung liegen andere Kräfteverhältnisse vor. Dies macht grundsätzlich eine Rückfrage bei MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“). Um die Standsicherheit im Kranbetrieb zu gewährleisten, ist der Hilfsrahmen im Bereich zwischen den beiden Abstützträgern in ausreichender Torsionssteifigkeit zu fertigen.
Das Ausheben des Fahrzeuges mit den Kranabstützungen ist aus Festigkeitsgründen nur dann zulässig, wenn die Hilfsrahmenkonstruktion alle aus der Kranarbeit resultierenden Kräfte aufnimmt und nicht schubfest mit dem Fahrgestellrahmen verbunden ist. Der Kranaufbau und seine Funktion sind je nach nationaler Vorschrift vor der ersten Inbetriebnahme durch einen Kransachverständigen oder eine für Kranprüfungen ermächtigte Person zu prüfen.

Ladekran hinter dem Fahrerhaus:

Reicht der Hilfsrahmen nicht bis über den hinteren Federbock der Vorderachse, dann ist kein Kranaufbau hinter dem Fahrerhaus möglich. Betroffen davon sind in der Regel die Fahrgestelle mit den Fahrerhäusern L, LX, und Doppelkabine.
Hier ist der Aufbau im Einzelverfahren und unter Einhaltung der zulässigen Materialspannungen zu überprüfen.
Ragen Fahrgestellkomponenten im Kranbereich über die Hilfsrahmenoberkante, dann muss der Kranfuß mit einem Zwischenrahmen zusätzlich unterfüttert werden (siehe Bild 87).

Bild 87: Freiraum für Ladekran hinter Fahrerhaus ESC-607



Der Kippvorgang des Fahrerhauses darf nicht beeinträchtigt werden. Im Schwenkbereich des Fahrerhauses dürfen keine behindernden Teile sein. Die Kippradien der Fahrerhäuser sind in den Fahrgestellzeichnungen angegeben, Bezug über MANTED® (www.manted.de).
Trotz Einhaltung der zulässigen Vorderachslast, muss eine zu große Kopflastigkeit des Fahrzeuges aus Gründen der Fahreigenschaften vermieden werden. Eine begrenzte Verringerung der Vorderachsbelastung ist z.B. durch das Versetzen von Aggregaten erreichbar. Bei verschiedenen Fahrzeugen kann die zulässige Vorderachslast erhöht werden, wenn die technischen Voraussetzungen gegeben sind. Erhöhung der zulässigen Vorderachslast und Verfahrensweise siehe Kapitel 5.1 „Allgemeines“.

Heckladekran:

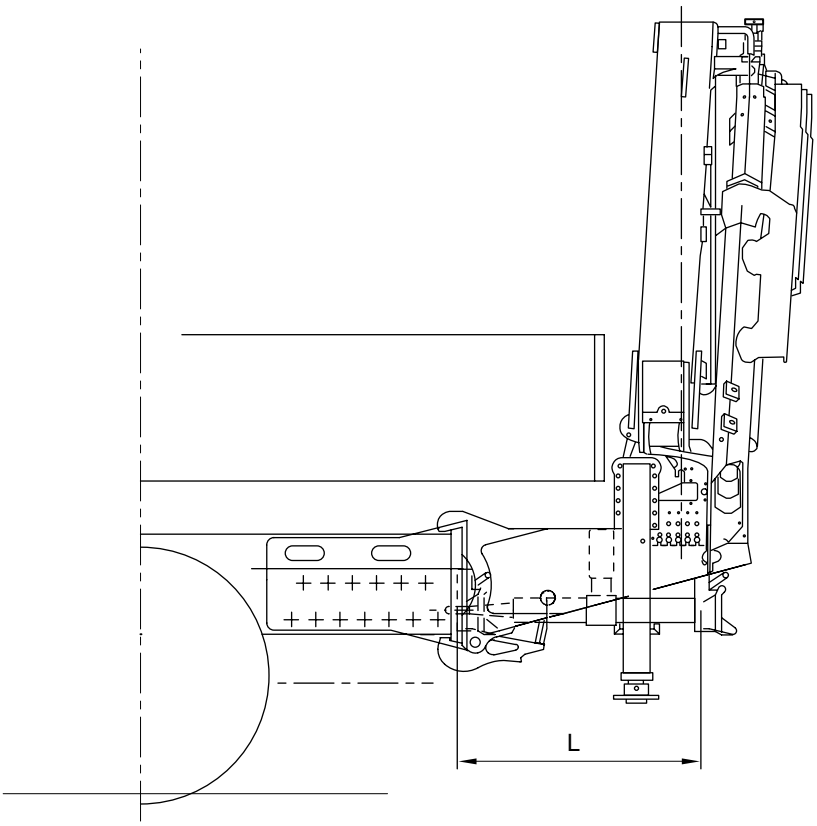
Wenn am Fahrgestell kein Schlussquerträger vorhanden ist (Baureihe TGL/TGM, wenn keine Anhängerausrüstung mitbestellt wurde), dann ist zum Aufbau eines Heckladekrans ein Schlussquerträger nachzurüsten (siehe auch Kapitel 4.11.1 „Hinterer Unterfahrschutz“).
Je nach Krangröße und Achslastverteilung sind verstärkte Federn, stärkere Stabilisatoren oder andere Stabilisationshilfen einzubauen. Dies vermindert Schiefstand und Wankneigung des Kranfahrzeuges.
Soll ein Zentralachsanhänger mitgeführt werden, dann ist die Stützlast in die Fahrgestellauslegung mit einzubeziehen.

Vor allem die genannten Werte im Abschnitt 3.2 “Mindestvorderachslast“ dürfen nicht unterschritten werden.
Beim Anheben liftbarer Nachlaufachsen wird das Fahrzeug an der Vorderachse stark entlastet. Durch den Kran als dynamisch am Rahmenende wirkende Punktlast stellt sich voraussichtlich kein ausreichend stabiler Fahrzustand ein.
Die Liftmöglichkeit ist deshalb zu sperren, wenn mit dem Kran bei Leerfahrt im gelifteten Zustand über 80% der zulässigen Triebachslast erreicht wird oder die Mindestvorderachslast (30% des tatsächlichen Fahrzeuggewichts des dann zweiachsigen Fahrzeugs) unterschritten wird.
Zu Rangierzwecken kann die Nachlaufachse bei ausreichender Dimensionierung von Hilfsrahmen und Aufbau entlastet werden (Anfahrhilfe). Dabei sind die auf Aufbau und Rahmenverband wirkenden erhöhten Biege- und Torsionskräfte zu berücksichtigen.

Absattelbarer Heckladekran:

Der Nutzlastschwerpunkt ändert sich, je nachdem ob der Kran abgesattelt ist oder nicht.
Um die größtmögliche Nutzlast zu erreichen ohne dabei zulässige Achslasten zu überschreiten, empfehlen wir den Nutzlastschwerpunkt mit und ohne Kran am Aufbau deutlich zu kennzeichnen.
Die durch die Absattelvorrichtung vergrößerte Überhanglänge ist zu berücksichtigen.
Die Festigkeit der Krankonsole sowie die fachgerechte Anbringung der Konsolenaufnahme am Fahrzeug liegen im Verantwortungsbereich des Aufbauherstellers.
Am Fahrzeug mitgeführte Stapler sind wie absattelbare Ladekräne im Transportzustand zu betrachten.
An die Montagekonsolen für absattelbare Heckladekrane ist bei Anhängerbetrieb eine zweite Anhängekupplung anzubauen.
Diese Anhängekupplung ist mit der am Fahrzeug angebauten über eine Zugöse verbunden. Absattelvorrichtung und Aufbau müssen die bei Anhängerbetrieb entstehenden Kräfte sicher aufnehmen und übertragen können.
Bei aufgesatteltem Kran und Betrieb ohne Anhänger muss an der Krankonsole ein Unterfahrschutz vorhanden sein.

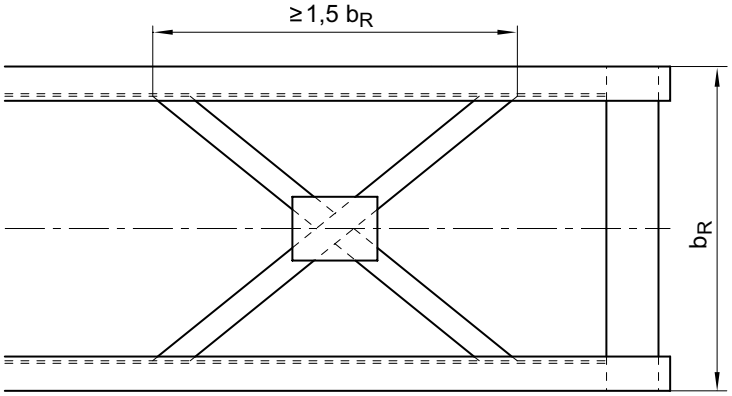
Bild 88: Absattelvorrichtung für Heckladekran ESC-023



Hilfsrahmen für Ladekran:

Für Ladekranaufbauten ist in jedem Fall ein Hilfsrahmen vorzusehen, selbst bei Krangesamtmomenten die rein rechnerisch ein benötigtes Flächenträgheitsmoment unter 175 cm^4 ergeben, ist ein Hilfsrahmen mit einem Flächenträgheitsmoment von mindestens 175 cm^4 aufzubauen. Wir empfehlen zur Schonung des Hilfsrahmens im Kranbereich einen zusätzlichen Obergurt (Verschleißplatte) zu montieren, um das Einarbeiten des Kranfußes in den Hilfsrahmen zu vermeiden. Ladekräne werden häufig in Verbindung mit anderen Aufbauten montiert, für die ebenfalls ein Hilfsrahmen erforderlich ist (z.B. gemeinsam mit Kipper). Es muss dann der je nach Aufbau und seiner Anforderung größere Hilfsrahmen der gesamten Aufbaukonstruktion verwendet werden. Für einen absattelbaren Ladekran muss der Hilfsrahmen so gestaltet sein, dass die Absattelvorrichtung und der Ladekran sicher aufgenommen werden können.
Die Ausführung der Konsolenaufnahme (Bolzenbefestigung etc.) liegt im Verantwortungsbereich des Aufbauherstellers.
Bei Montage des Ladekrans hinter dem Fahrerhaus ist der Hilfsrahmen mindestens im Kranbereich zum Kasten zu schließen.
Wird der Ladekran am Heck montiert, muss von Rahmenende bis mindestens vor die vorderste Hinterachsführung ein geschlossenes Profil verwendet werden. Außerdem ist zur Erhöhung der Torsionssteifigkeit im Hilfsrahmen ein Kreuzverband (X-Verband, siehe Bild 89) oder eine gleichwertige Konstruktion vorzusehen. Für die Anerkennung als gleichwertige Konstruktion ist jedoch eine Genehmigung durch MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) Voraussetzung.

Bild 89: Kreuzverstrebung im Hilfsrahmen ESC-024



Im oberen Abschnitt „Hilfsrahmen für Ladekran“ ist eine Methode beschrieben, mit deren Hilfe abhängig vom Krangesamtmoment der Hilfsrahmen im Kranbereich bestimmt werden kann. Die Methode und die Zuordnung Krangesamtmoment/ Flächenträgheitsmoment in Abhängigkeit des Fahrgestellrahmens gilt für Kranaufbauten mit zweifacher Abstützung, gleichermaßen für den Aufbau hinter dem Fahrerhaus oder am Rahmenende. Sicherheitsbeiwerte sind bereits enthalten, das Krangesamtmoment M_{Kr} ist mit Stoßfaktor nach Angabe des Kranherstellers zu berücksichtigen (siehe auch Formel 11 weiter oben in diesem Kapitel).
Für TGL gilt bezüglich der Ermittlung des nötigen Flächenträgheitsmoments des Hilfsrahmens bei vorgegebenem Krangesamtmoment das untenstehende Diagramm nach Bild 90, für TGM gilt das Diagramm nach Bild 91.

Beispiel für den Umgang mit den Diagrammen in den Bildern 90-94:

Für ein Fahrzeug TGM 18.xxx 4x2 BB, Typ N08, Rahmenprofilnummer 39 soll der Hilfsrahmen bestimmt werden, wenn ein Kran mit einem Gesamtmoment von 150 kNm aufgebaut wird. Lösung: Im Bild 90 wird im Diagramm ein Mindestflächenträgheitsmoment von ca. 1.750 cm^4 ermittelt.
Wird ein U- Profil mit einer Breite von 80 mm und einer Dicke von 8 mm mit einem Steg von 8 mm Dicke zum Kasten geschlossen, so ist eine Profilhöhe von mindestens 190 mm erforderlich, siehe Diagramm in Bild 93.
Werden zwei U-Profile mit Breite/Dicke = 80/8 zum Kasten geschachtelt, so verringert sich die Mindesthöhe auf ca. 160 mm, siehe Bild 94. Bei abgelesenen Werten, deren Profilgröße nicht erhältlich ist, ist auf den nächsten erhältlichen Wert aufzurunden; ein Abrunden ist unzulässig.

Der Freigang aller beweglichen Bauteile bleibt in dieser Betrachtung unberücksichtigt und muss deshalb mit den gewählten Abmessungen nochmals geprüft werden. Ein offenes U-Profil nach Bild 92 darf im Bereich des Krans nicht verwendet werden. Es wird hier lediglich dargestellt, weil die Verwendung des Diagramms auch für andere Aufbauten in Frage kommt.

Bild 90: Krangesamtmoment und Flächenträgheitsmoment bei TGL ESC-616a

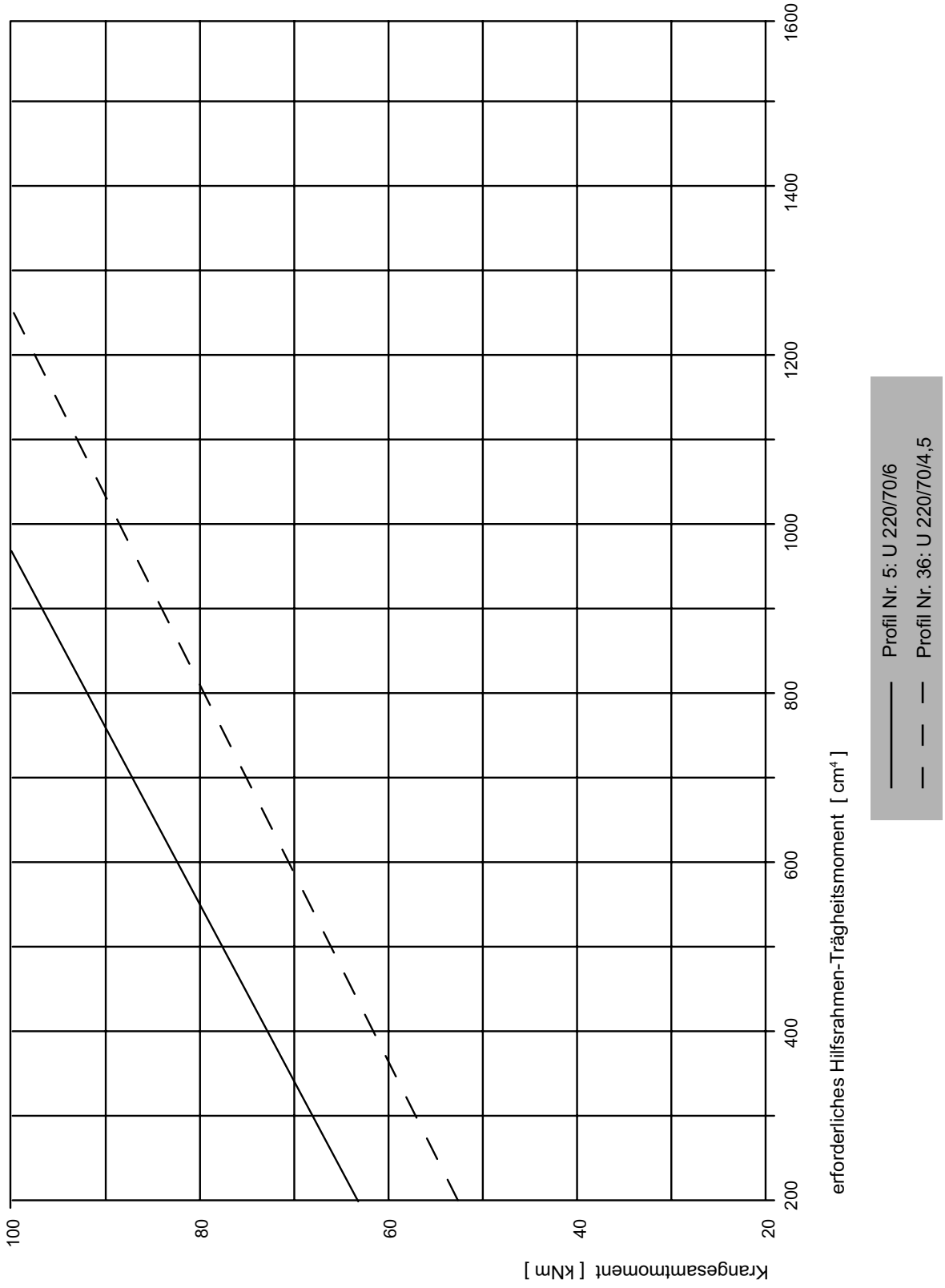


Bild 91: Krangesamtmoment und Flächenträgheitsmoment bei TGM ESC-618a

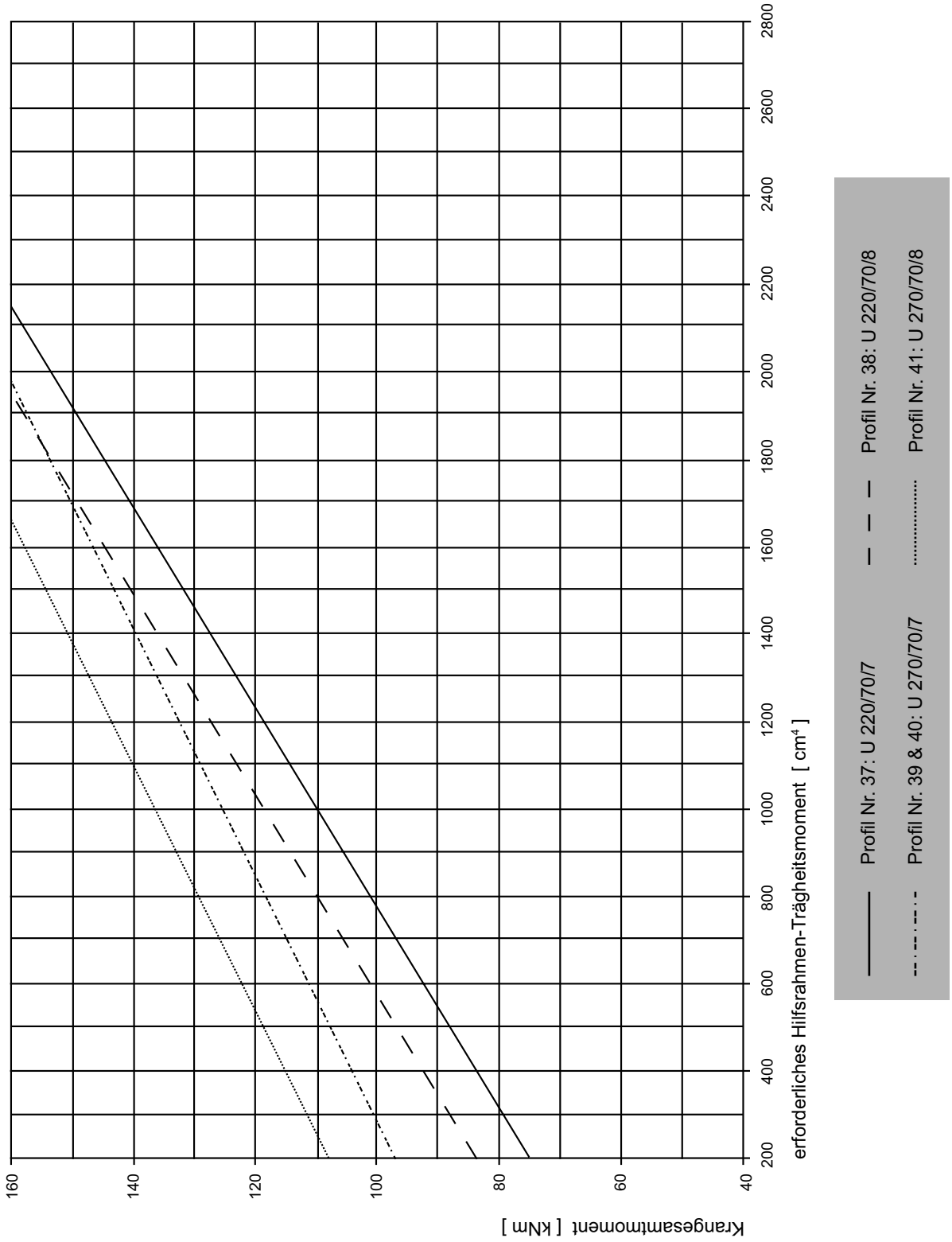


Bild 92: Flächenträgheitsmomente U-Profile ESC-213

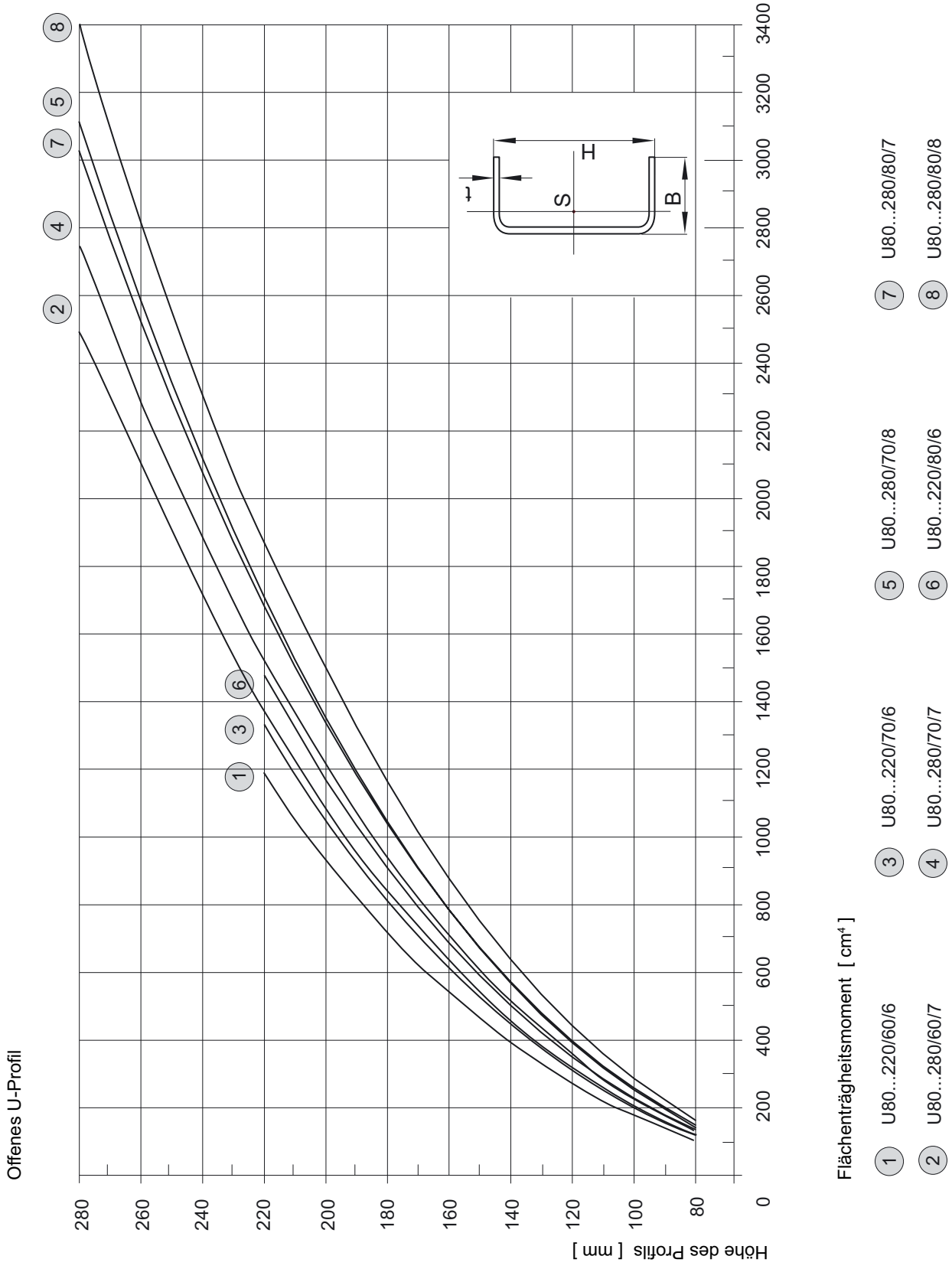


Bild 93: Flächenträgheitsmomente geschlossener U-Profile ESC-214

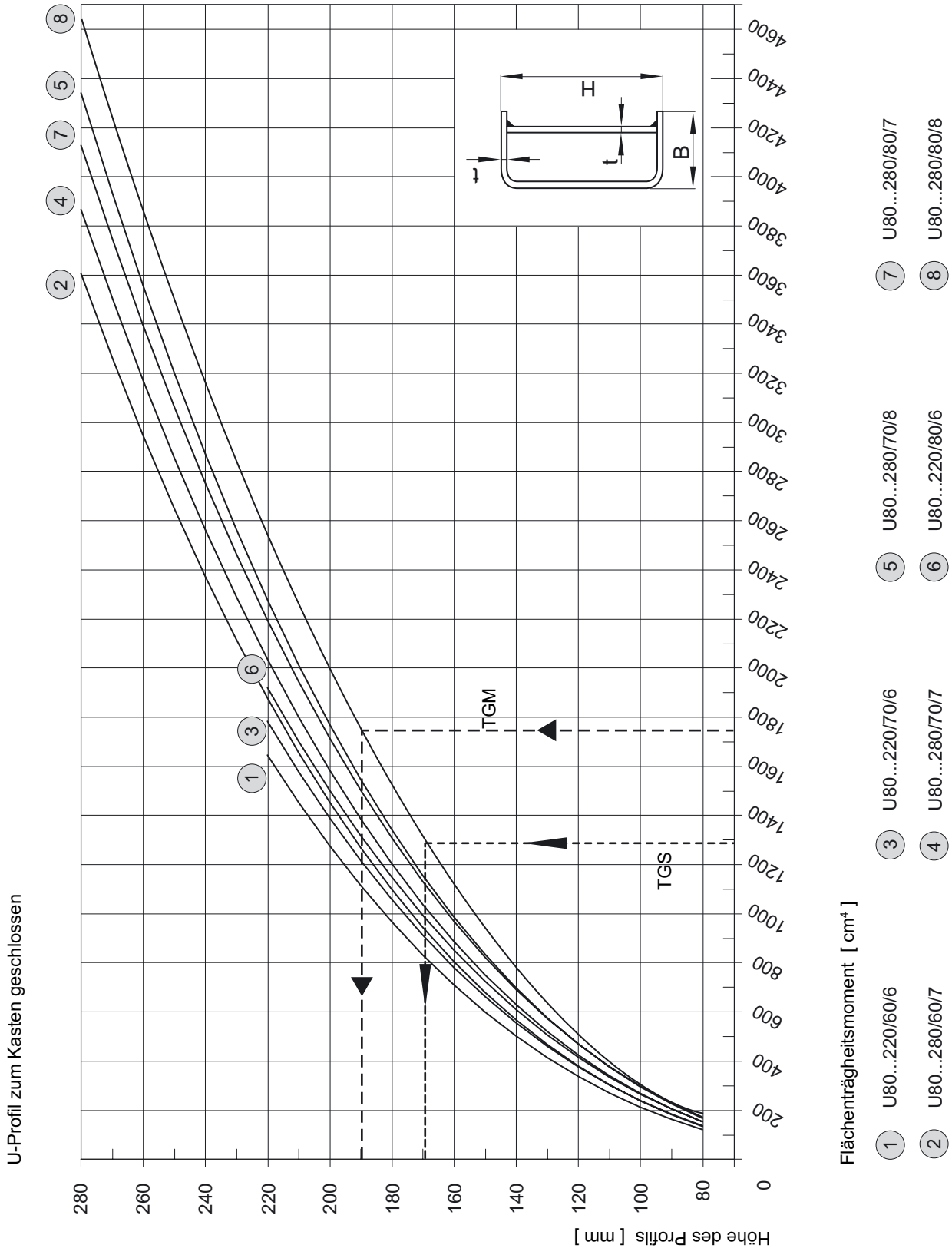
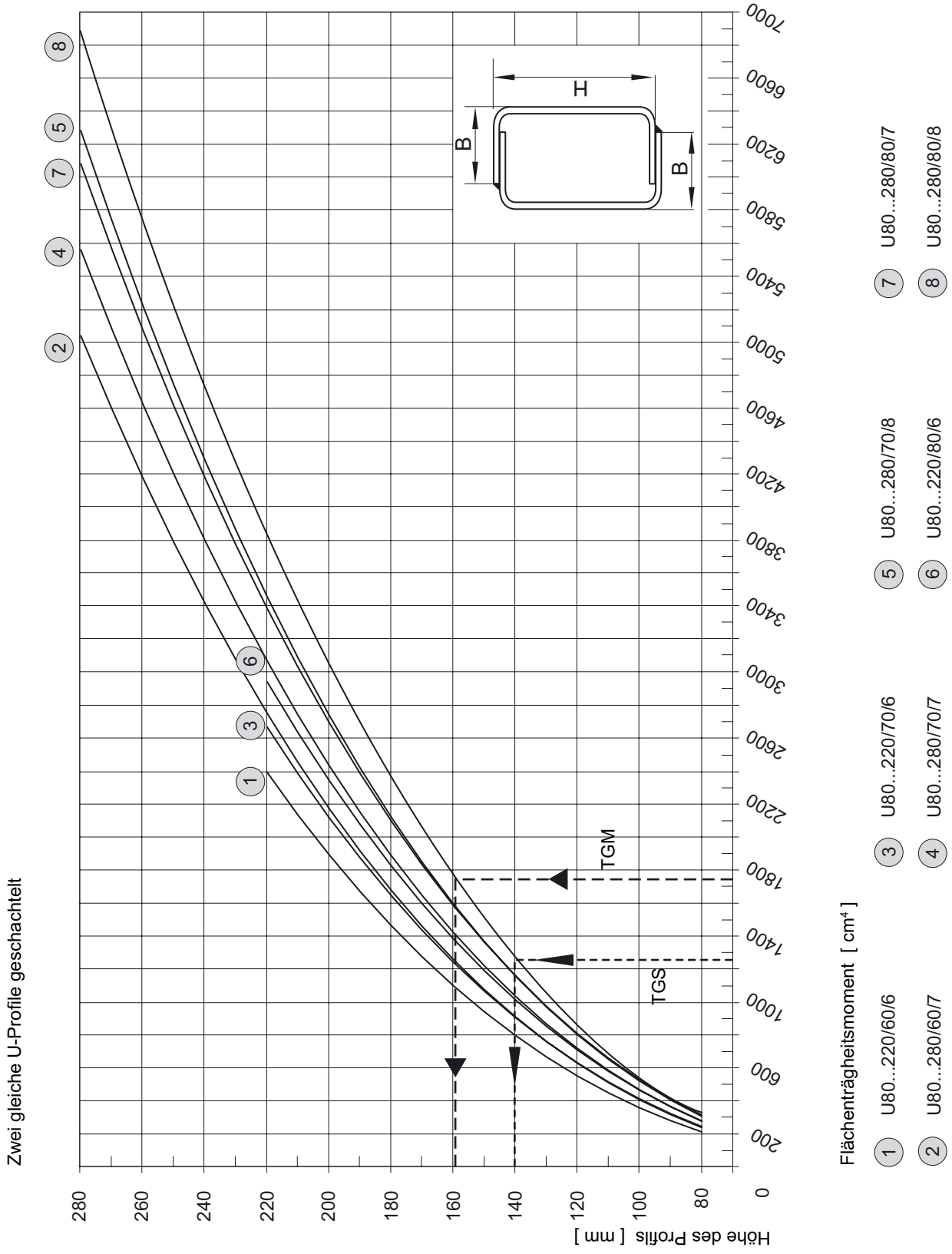


Bild 94: Flächenträgheitsmomente geschachtelter U-Profile ESC-215



5.4.12 Seilwinde

Bei Anbau einer Seilwinde sind folgende Gesichtspunkte maßgebend:

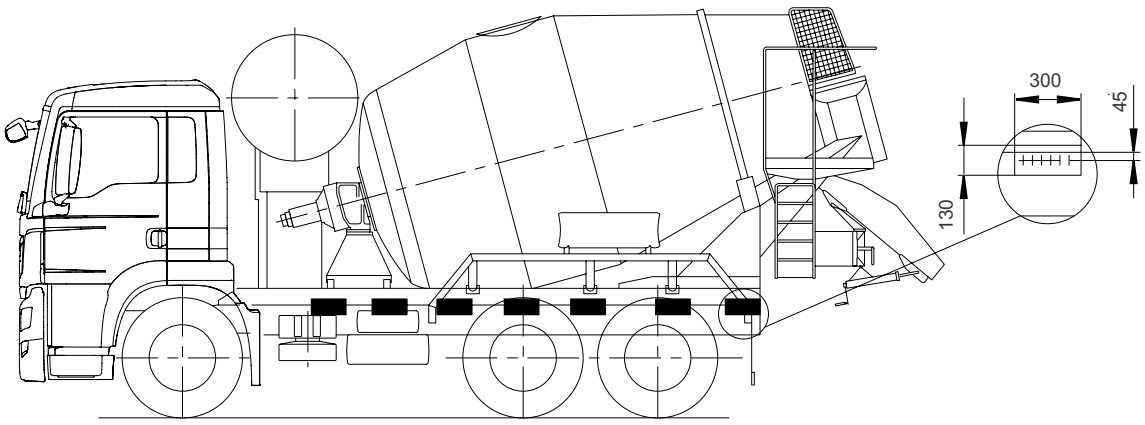
- Zugkraft
- Einbaulage
  - Fronteinbau
  - Mitteneinbau
  - Heckeinbau
  - Seiteneinbau
- Antriebsart
  - mechanisch
  - hydraulisch
  - elektrisch
  - elektromechanisch
  - elektrohydraulisch.

Fahrzeugteile, wie z.B. Achsen, Federn, Rahmen usw. dürfen durch den Betrieb der Seilwinde keinesfalls überlastet werden.
Dies gilt besonders bei einer von der Fahrzeuglängsachse abweichenden Richtung der Windenzugkraft.
Eventuell ist eine von der Zugkraftrichtung abhängige automatische Zugkraftbegrenzung notwendig.
Bei Frontanbau einer Seilwinde wird die maximale Windenzugkraft durch die technisch zulässige Vorderachslast begrenzt.
Die technisch zulässige Vorderachslast ist dem Fabrikschild des Fahrzeugs und den Fahrzeugpapieren zu entnehmen.
Eine Windenauslegung mit Zugkräften, die über die technisch zulässige Vorderachslast hinausgehen, ist ohne vorheriger Rücksprache mit MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) nicht zulässig.
In jedem Fall ist auf eine einwandfreie Seilführung zu achten. Das Seil sollte durch möglichst wenige Umlenkungen geführt werden.
Gleichzeitig darf jedoch kein Fahrzeugteil in seiner Funktion beeinträchtigt sein.
Wegen der besseren Regulier- und Einbaumöglichkeit der Winde ist ein hydraulischer Windenantrieb vorzuziehen.
Der Wirkungsgrad von Hydraulikpumpe und -motor ist zu berücksichtigen (siehe auch Kapitel 9 ‚Berechnungen‘).
Es ist zu überprüfen, ob vorhandene Hydraulikpumpen, wie z.B. die von einem Ladekran oder Kipper, mit verwendet werden können.
Dadurch kann unter Umständen der Einbau von mehreren Nebenabtrieben vermieden werden.
Beim Schneckengetriebe mechanischer Winden ist die zulässige Eingangsdrehzahl zu beachten (in der Regel < 2000/min).
Die Übersetzung des Nebenabtriebs ist entsprechend zu wählen. Der niedrige Wirkungsgrad des Schneckengetriebes ist bei der Bestimmung des erforderlichen Mindestdrehmomentes am Nebenabtrieb zu berücksichtigen.
Für elektrisch, elektromechanisch oder elektrohydraulisch angetriebene Winden sind die Hinweise im Kapitel 6 ‚Elektrik, Elektronik, Leitungen‘ zu beachten. Die Leistung der Lichtmaschine und Batterie sind zu berücksichtigen. Bei jedem Windenanbau sind auch die Montagevorschriften des Windenherstellers, sowie evtl. behördliche Sicherheitsvorschriften zu beachten.

5.4.13 Transportmischer

MAN hat Fahrgestelle im Verkaufsprogramm, die für den Aufbau eines Transportmischers vorbereitet sind. Diese Fahrgestelle sind in den Verkaufsunterlagen am Zusatz „**-TM**“ für Transportmischer erkennbar. Die fahrwerksseitigen Anforderungen sind dann im Lieferumfang enthalten. Fahrgestelle für Transportmischer sind zur Verringerung der Wankneigung mit Stabilisator an beiden Hinterachsen und eigens für den Einsatz abgestimmte Federn ausgerüstet. Der Antrieb des Transportmischers erfolgt im Allgemeinen durch den schwungradseitigen Nebenabtrieb (SSNA) am Motor. Nähere Erläuterungen zu Nebenabtrieben siehe separates Heft ‚Nebenabtriebe’.
Beim Aufbau auf andere Fahrgestelle (z.B. Kipperfahrgestelle) wird vorausgesetzt, dass
die Feder- und Stabilisatorausstattung der Achsen und die Schubblechanordnung an das vergleichbare Transportmischer-Fahrgestell angepasst wird. Die Schubblechanordnung von Kipperfahrgestellen oder Befestigungswinkeln für Ladebrücken sind nicht geeignet zum Aufbau eines Transportmischers.
Im Bild 95 ist ein Beispiel für eine Schubblechanordnung beim Transportmischer-Fahrgestell dargestellt. Der Aufbau erfolgt auf nahezu gesamter Länge schubstarr, davon ausgenommen ist nur das vordere Hilfsrahmenende vor der Trommellagerung. Die ersten beiden Schubbleche müssen im Bereich der vorderen Lagerböcke der Trommel liegen.
Für nähere Erläuterungen zu Hilfsrahmenbefestigungen siehe Kapitel 5.3.4 ‚Befestigungen von Hilfsrahmen und Aufbauten‘.
Die Stärke der Schubbleche sollte 8 mm sein und die Werkstoffqualität mindestens der Qualität von S355J2G3 (St52-3) entsprechen.
Mischeraufbauten auf TGM sind mit den üblichen Unterlagen an MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) zur Überprüfung einzureichen.

Bild 95: Transportmischeraufbau ESC-016



Betonförderbänder oder Betonpumpen in Verbindung mit Mischeraufbauten können nicht ohne weiteres auf serienmäßige Transportmischerfahrgestelle aufgebaut werden. Unter Umständen ist eine andere Hilfsrahmenkonstruktion als die des normalen Mischerhilfsrahmens oder ein Kreuzverband am Rahmenende notwendig (ähnlich wie bei Heckladekranaufbauten: siehe Kapitel 5.4.11, Abschnitt ‚Hilfsrahmen für Ladekran'). Eine Genehmigung durch MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber") ist ebenso unerlässlich wie die Genehmigung des Transportmischer-Herstellers.

6. Elektrik, Elektronik, Leitungen

6.1 Allgemeines

Das Kapitel 6 ‚Elektrik, Elektronik, Leitungen' kann nicht erschöpfend Auskunft zu allen Fragen rund um das Bordnetz moderner Nutzfahrzeuge geben. Weiterführende Informationen zu einzelnen Systemen sind den entsprechenden Reparaturanleitungen zu entnehmen, die über den Ersatzteildienst bezogen werden können. Im Nutzfahrzeug eingebaute Elektrik, Elektronik, Leitungen entsprechen den jeweils gültigen nationalen und europäischen Normen und Richtlinien, die als Mindestanforderung zu beachten sind. MAN-eigene Normen gehen oft erheblich über die Mindestanforderungen nationaler und internationaler Normen hinaus. So sind bei vielen elektronischen Systemen Anpassungen und Erweiterungen vorgenommen worden.

MAN setzt aus Qualitätsgründen oder aus Sicherheitsgründen in einigen Fällen die Anwendung der MAN-Normen voraus, dies ist in den entsprechenden Abschnitten jeweils beschrieben. Aufbauhersteller können MAN Normen jeweils über den MAN-Internetauftritt www.normen.man-nutzfahrzeuge.de beziehen. Ein automatischer Austauschdienst findet nicht statt.

6.2 Leitungsverlegung, Masseleitung

Es gelten die Grundsätze der Leitungsverlegung aus den Kapiteln ‚Elektrik, Elektronik, Leitungen' und ‚Bremsen'.
Bei MAN-Fahrzeugen wird der Rahmen nicht als Masseleitung zweckentfremdet, mit der Plusleitung ist stets auch eine eigene Masseleitung zum Verbraucher zu verlegen. Massepunkte zum Anschluss von Masseleitungen durch Aufbauhersteller:

- In der Zentralelektrik (Rückseite, siehe Bild 96)
- Hinter der Instrumentierung
- Am rechten hinteren Motorlager.

Detaillierte Anweisung siehe unten Kapitel 6.5 Zusätzliche Verbraucher.
An den Massepunkten hinter der Zentralelektrik und Instrumentierung dürfen zusammen nicht mehr als 10 A (tatsächlicher Strombedarf) abgegriffen werden. Zigarettenanzünder und eventuelle Zusatzsteckdosen haben eigene Leistungsbegrenzungen, diese sind der Betriebsanleitung zu entnehmen.

Die Minusleitung des Aufbauherstellers darf generell am zentralen Massepunkt am Motor und unter folgenden Voraussetzungen am Minuspol der Batterien angeschlossen werden:

- Das Fahrzeug ist mit einem Masseausgleichskabel zwischen Motor und Rahmen ausgerüstet (Serie ab Produktion Januar 2010).
- Die Batterieklemme hat ausreichend Platz für den Anschluss des Massekabels.

6.3 Behandlung der Batterien

6.3.1 Behandlung und Pflege der Batterien

Es gilt (z.B. für Standzeiten während der Aufbauphase) der Prüf- und Ladezyklus nach Ladekarte/Ladekalender.
Die Batteriekontrolle/-ladung ist anhand der mit dem Fahrzeug gelieferten Ladekarte durchzuführen und abzuzeichnen.
Schnelllade- und Fremdstartgeräte sind für Erhaltungsladungen nicht zulässig, da deren Anwendung Steuergeräte zerstören kann.
Fremdstart von Fahrzeug zu Fahrzeug ist zulässig, dabei nach Betriebsanleitung vorgehen.

Bei laufendem Motor:

- Batteriehauptschalter nicht ausschalten
- Batterie- bzw. Polklemmen nicht lösen oder demontieren.

Achtung!

Beim Abklemmen der Batterien und bei Betätigung des Batterie-Hauptschalters unbedingt folgende Reihenfolge beachten:

- alle Verbraucher ausschalten (z.B. Licht aus; Warnblinklicht aus)
- Zündung ausschalten
- Türen schließen
- Nachlaufzeit von 20 s abwarten bis die Batterien abgeklemmt werden (Minus-Pol zuerst)
- der elektrische Batteriehauptschalter benötigt eine zusätzliche Nachlaufzeit von 15s.

Grund:

Viele Fahrzeugfunktionen werden durch den zentralen Bordrechner (ZBR) gesteuert, der seinen letzten Status erst abspeichern muss, bevor er stromlos gemacht werden darf. Bleiben z.B. die Türen offen, beträgt die Zeitkonstante bis zum geregelten Betriebsende des ZBR 5 Minuten, weil mit dem ZBR auch die Schließfunktionen überwacht werden.
Bei offenen Türen muss deshalb bis zum Abklemmen der Batterien mehr als 5 Minuten gewartet werden, Türen schließen verkürzt die Wartezeit auf 20s. Nichtbeachtung der hier beschriebenen Reihenfolge führt unweigerlich zu Fehlereinträgen in einigen Steuergeräten (z.B. im zentralen Bordrechner ZBR).

6.3.2 Behandlung und Pflege von Batterien mit PAG-Technologie

Sind die ab Werk installierten Batterien aufgebraucht, werden durch MAN-Fachwerkstätten ausschließlich wartungsfreie Batterien mit PAG-Technologie eingebaut (PAG= Positive Ag, positive Trägerplatte niedrig silberdotiert). Diese unterscheiden sich von herkömmlichen Batterien durch eine verbesserte Tiefentladefestigkeit, eine längere Lagerfähigkeit und eine verbesserte Stromaufnahme beim Laden. Die herkömmlichen Verschlussdeckel werden durch ein ‚Charge Eye' ersetzt. Der Prüf- und Ladezyklus nach Ladekarte/Ladekalender wird mittels Kontrolle der Charge Eyes durchgeführt, die den Ladezustand durch eine Kugel in der Mitte des Verschlussdeckels farblich anzeigen.

Achtung!

Die Verschlussdeckel (Charge Eye) der wartungsfreien Batterie dürfen nicht geöffnet werden.

Tabelle 35: Anzeige der Charge Eyes

Anzeige	Batteriezustand	Vorgehensweise
Grün	Korrekter Batteriesäurestand, Säuredichte über 1,21 g/cm^3	Die Batterie ist geladen und in Ordnung, Kontrolle auf der Ladekarte bescheinigen
Schwarz	Korrekter Batteriesäurestand, Säuredichte jedoch unter 1,21 g/cm^3	Die Batterie muss geladen werden, Nachladen auf der Ladekarte bescheinigen
Weiß	Batteriesäurestand zu niedrig, Säuredichte kann über oder unter 1,21 g/cm^3 liegen	Die Batterie muss ausgetauscht werden

Eine detaillierte Service Information “SI-Nummer: Nachtrag 2, 114002 Batterie” ist über die MAN Fachwerkstätten erhältlich.

6.4 Zusatzschaltpläne und Kabelstrangzeichnungen

Zusatzschaltpläne und Kabelstrangzeichnungen die Aufbauvorbereitungen enthalten oder beschreiben, sind bei MAN (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) erhältlich.

Es liegt in der Verantwortung des Aufbauherstellers, sich zu vergewissern, dass die von Ihm benutzten Unterlagen wie z.B. Schaltpläne und Kabelstrangzeichnungen dem im Fahrzeug verbauten Änderungsstand entsprechen.
Weitere technische Informationen sind den Reparaturanleitungen zu entnehmen.
Diese können über den Ersatzteildienst beschafft werden.

6.5 Absicherung zusätzlicher Verbraucher

Keine Veränderungen bzw. Erweiterungen des Bordnetzes vornehmen!
Dies gilt insbesondere für die Zentralelektrik.
Für Schäden, die aufgrund von Veränderungen entstehen, haftet derjenige, der die Veränderung durchführt.
Beim nachträglichen Einbau zusätzlicher elektrischer Verbraucher ist zu beachten:
In der Zentralelektrik sind keine freien Sicherungen zur Verwendung für den Aufbauhersteller vorhanden,
zusätzliche Sicherungen können in einem vorbereiteten Kunststoffhalter befestigt werden der sich vor der Zentralelektrik befindet.
Keine vorhandenen Stromkreise der Bordelektrik anzapfen, kein Anschließen weiterer Verbraucher an bereits belegten Sicherungen.
Jeder eingebrachte Stromkreis muss ausreichend dimensioniert und über eigene Sicherungen abgesichert werden.
Die Dimensionierung der Sicherung soll den Schutz der Leitung gewährleisten und nicht den des daran gekoppelten Systems.

Elektrische Systeme müssen einen ausreichenden Schutz gegen alle möglichen Störungen gewährleisten, ohne die Fahrzeugelektrik zu beeinflussen. Die Rückkopplungsfreiheit ist stets zu gewährleisten.
Bei der Dimensionierung des Leiterquerschnittes sind der Spannungsabfall und die Erwärmung des Leiters zu berücksichtigen.
Wegen der zu geringen mechanischen Festigkeit sind Querschnitte unter 0,75 mm^2 zu vermeiden.
Der Aufbauhersteller ist verantwortlich für die Dimensionierung.
Minus- und Plusleitung müssen den gleichen Mindestquerschnitt aufweisen.
Stromabnahmen für 12-V-Geräte sind nur über Spannungswandler zu realisieren. Die Abnahme an nur einer Batterie ist nicht zulässig, weil ungleichmäßige Ladungszustände zur Überladung und Schädigung der jeweils anderen Batterie führen.
Bei hohem Leistungsbedarf durch aufbauseitige Verbraucher (z.B. elektrohydraulische Ladebordwand) oder bei Einsatz unter extremen klimatischen Bedingungen setzen wir Batterien größerer Kapazität voraus. Für den Betrieb mit elektrohydraulischer Ladebordwand ist bei TGL/TGM eine Batteriekapazität von 2 x 140 Ah vorzusehen. Baut der Aufbauhersteller größere Batterien ein, ist der Querschnitt der Batterieanschlusskabel der neuen Leistungsabnahme anzupassen.

Bei direktem Anschluss von Verbrauchern an Klemme 15 (Bolzen 94 der Zentralelektrik siehe Bild 96) kann es vorkommen, dass es durch eine Rückbestromung in das Bordnetz zu Einträgen in die Fehlerspeicher von Steuergeräten kommt.
Verbraucher sind deshalb, gemäß nachfolgender Beschreibung anzuschließen.

Spannungsversorgung Klemme 15

Grundsätzlich ein Relais einbauen, das über Klemme 15 (Bolzen 94) angesteuert wird.
Die Last muss über eine Sicherung an Klemme 30 (Bolzen 90-1, 90-2 und 91 Zentralelektrik, Rückseite) angeschlossen werden (siehe Bild 96). Die maximale Last darf 10 Ampere nicht überschreiten.

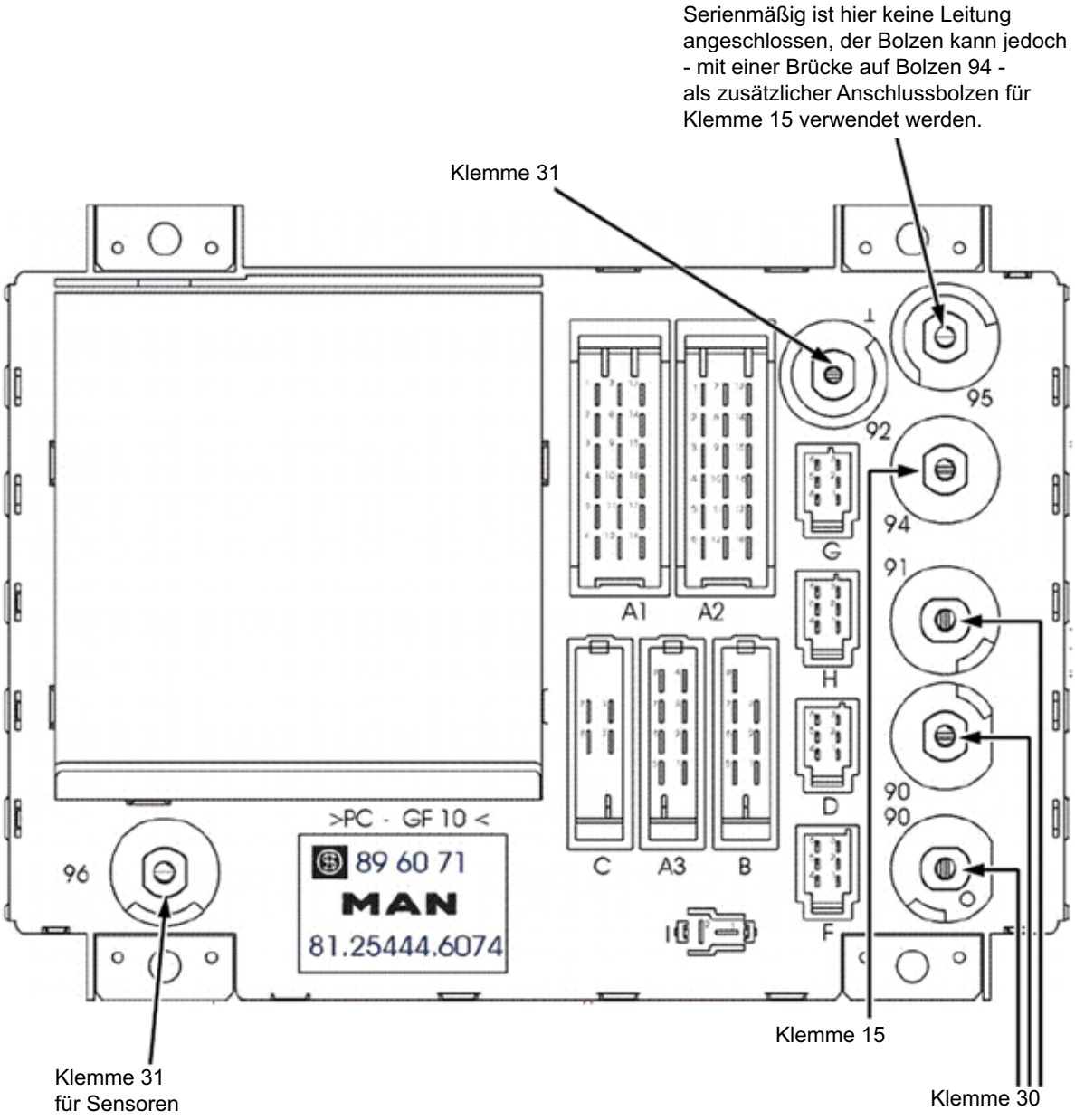
Spannungsversorgung Klemme 30

- Bei einer maximalen Last bis 10 Ampere über eine Sicherung direkt an Klemme 30 (Bolzen 90-1, 90-2 und 91, siehe Bild 96 Zentralelektrik, Rückseite) anschließen.
- Bei einer Last >10 Ampere über eine Sicherung direkt an die Batterien anschließen.

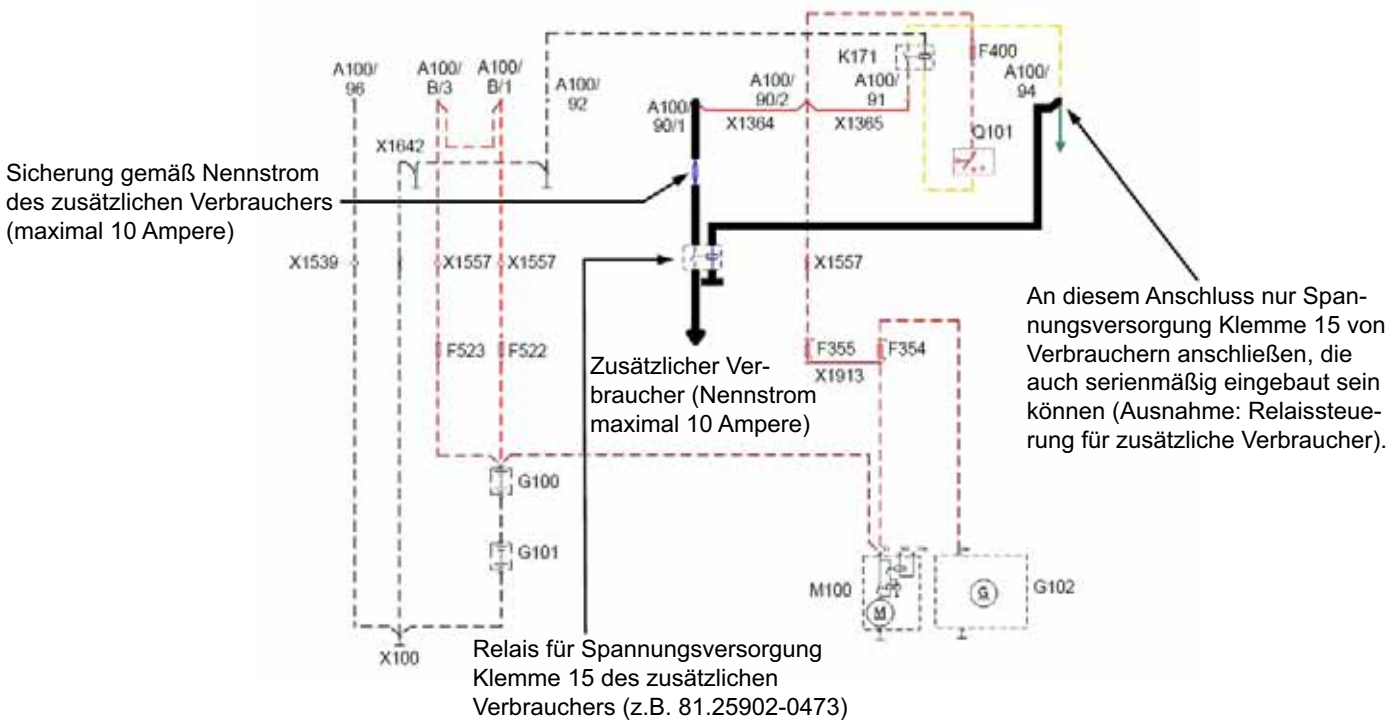
Spannungsversorgung Klemme 31

- Nicht an die Batterien anschließen, sondern an den Massepunkten innerhalb (siehe Bild 96 Zentralelektrik, Rückseite) und außerhalb (rechtes hinteres Motorlager) des Fahrerhauses.

Bild 96: Zentralelektrik, Rückseite ESC-720



Schaltplan, zusätzliche Verbraucher



Legende:

A1 00	Zentralelektrik
F354	Hauptsicherung Klemme 30
F355	Hauptsicherung Klemme 30
F400	Sicherung Lenkradschloss
F522	Sicherung Leitung 30000
F523	Sicherung Leitung 30000
G100	Batterie 1
G101	Batterie 2
G102	Generator
K171	Relais Klemme 15
M100	Starter
Q101	Zündschloss
X1 00	Masseanschluss Motor
X1 364	Brücke zwischen Anschlussbolzen 90-1 und 90-2 der Zentralelektrik
X1 365	Brücke zwischen Anschlussbolzen 90-2 und 91 der Zentralelektrik
X1 539	
X1 557	Steckverbindung Fahrerhaustrennstelle
X1 642	Massepunkt im Fahrerhaus hinter Instrumentierung
X1 644	Massepunkt im Fahrerhaus neben Zentralelektrik
X1 913	Brücke für Leitung 30076 im Kabelkanal auf dem Motor

6.6 Beleuchtungsanlage

Wird die lichttechnische Einrichtung (Beleuchtungsanlage) geändert, erlischt die Teilbetriebserlaubnis nach EG-Richtlinie 76/756/EWG inkl. Änderung 97/28/EG.

Dies ist vor allem dann der Fall, wenn die Anordnung der Beleuchtungsanlage maßlich verändert oder eine Leuchte durch eine andere, von MAN nicht freigegebene, ersetzt wird. Für die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften ist der Aufbauhersteller verantwortlich. Insbesondere sind die in LED-Technik ausgeführten Seitenmarkierungsleuchten nicht mit anderen Leuchten zu erweitern, dies führt zur Zerstörung des ZBR (zentraler Bordrechner)!

Die maximale Belastung der Beleuchtungsstrompfade ist zu beachten. Der Einbau von stärkeren Sicherungen als in der Zentralelektrik jeweils angegeben, ist nicht zulässig.

Folgende Maximalwerte sind zu berücksichtigen:

Tabelle 36: Strompfade Beleuchtung

Standlicht	5 A	je Seite
Bremslicht	4x21 W	ausschließlich Glühbirnen, keine LED zulässig
Fahrtrichtungsanzeiger	4x21 W	ausschließlich Glühbirnen, keine LED zulässig
Nebelschlussleuchten	4x21 W	ausschließlich Glühbirnen, keine LED zulässig
Rückfahrlicht	5 A	

Der Begriff „ausschließlich Lampen“ weißt darauf hin, dass diese Strompfade von dem Zentralen Bordrechner auf Fehler überwacht werden, die dann zur Anzeige gebracht werden. Der Einbau von LED-Beleuchtungselementen, die nicht von MAN freigegeben sind, ist verboten. Beachten Sie, dass bei MAN-Fahrzeugen eine Masseleitung verwendet wird, eine Rückführung über den Rahmen ist nicht zulässig (siehe auch Abschnitt 6.2 Leitungsverlegung, Masseleitung).

Nach erfolgter Aufbaumontage muss die Grundeinstellung der Scheinwerfer neu festgelegt werden.
Dies muss auch bei Fahrzeugen mit Leuchtweitenregulierung direkt an den Scheinwerfern vorgenommen werden, da eine Verstellung mit dem Regler nicht die Grundeinstellung am Fahrzeug ersetzt. Erweiterungen oder Änderungen an der Beleuchtungsanlage müssen in Absprache mit der nächsten Servicestelle mit MAN-cats® vorgenommen werden, da eine Anpassung von Parametern der Bordelektronik mittels MAN-cats® erforderlich werden kann, siehe auch Abschnitt 6.10.2.

6.7 Elektromagnetische Verträglichkeit

Aufgrund der Wechselwirkung zwischen den verschiedenen elektrischen Bauteilen, elektronischen Systemen, dem Kraftfahrzeug und der Umwelt ist die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) zu prüfen.
Alle Systeme in MAN-Nutzfahrzeugen erfüllen die Anforderungen nach MAN-Norm M 3285, erhältlich über den Internetauftritt www.normen.man-nutzfahrzeuge.de.

MAN-Fahrzeuge erfüllen bei der Auslieferung ab Werk die Anforderungen der EG-Richtlinie 72/245/EWG einschließlich 95/54/EG und deren Änderung 2004/104/EG. Sämtliche Geräte die vom Aufbauhersteller am Fahrzeug angebracht werden (Definition der Geräte nach 89/336/EWG), müssen den jeweils gültigen gesetzlichen Vorschriften entsprechen.
Der Aufbauhersteller ist für die EMV seiner Komponente bzw. seines Systems verantwortlich.
Nach dem Einbau von elektrischen/ elektronischen Systemen oder Komponenten ist der Aufbauhersteller verantwortlich, dass das Fahrzeug weiterhin den aktuellen gesetzlichen Vorschriften entspricht.
Die Rückkopplungsfreiheit der Aufbauelektrik/ -elektronik gegenüber dem Fahrzeug ist stets zu gewährleisten, vor allem wenn aufbauseitige Störungen den Betrieb von Mauterfassungsgeräten, Telematikgeräten, Telekommunikationseinrichtungen oder anderen Fahrzeugausstattungen beeinflussen können.

6.8 Funkgeräte und Antennen

Sämtliche Geräte die am Fahrzeug angebracht werden, müssen den jeweils gültigen gesetzlichen Vorschriften entsprechen.
Alle funktechnischen Einrichtungen (wie z.B. Funkanlagen, Mobiltelefone, Navigationssysteme, Mauterfassungsgeräte usw.) sind fachgerecht mit Außenantennen zu versehen.

Fachgerecht heißt:

- funktechnische Einrichtungen, z.B. eine Funkfernsteuerung für Aufbaufunktionen dürfen zu keiner Beeinflussung der Nutzfahrzeugfunktionen führen.
- Bereits vorhandene Leitungen nicht versetzen oder für zusätzliche Zwecke benutzen.
- Eine Nutzung als Stromversorgung ist nicht erlaubt (Ausnahme: freigegebene MAN-Aktiv-Antennen und deren Zuleitungen).
- Beeinträchtigungen des Zuganges zu anderen Fahrzeugkomponenten bei Wartungs- und Reparaturmaßnahmen dürfen nicht entstehen.
- Bei Bohrungen im Dach sind die von MAN vorgesehenen Positionen zu nutzen, und das dafür freigegebene Montagematerial (wie z.B. Schabenut-Schneidmutter, Dichtungen) zu verwenden.

Über den Ersatzteildienst können die von MAN freigegebenen Antennen, Leitungen, Kabel, Buchsen und Stecker bezogen werden.

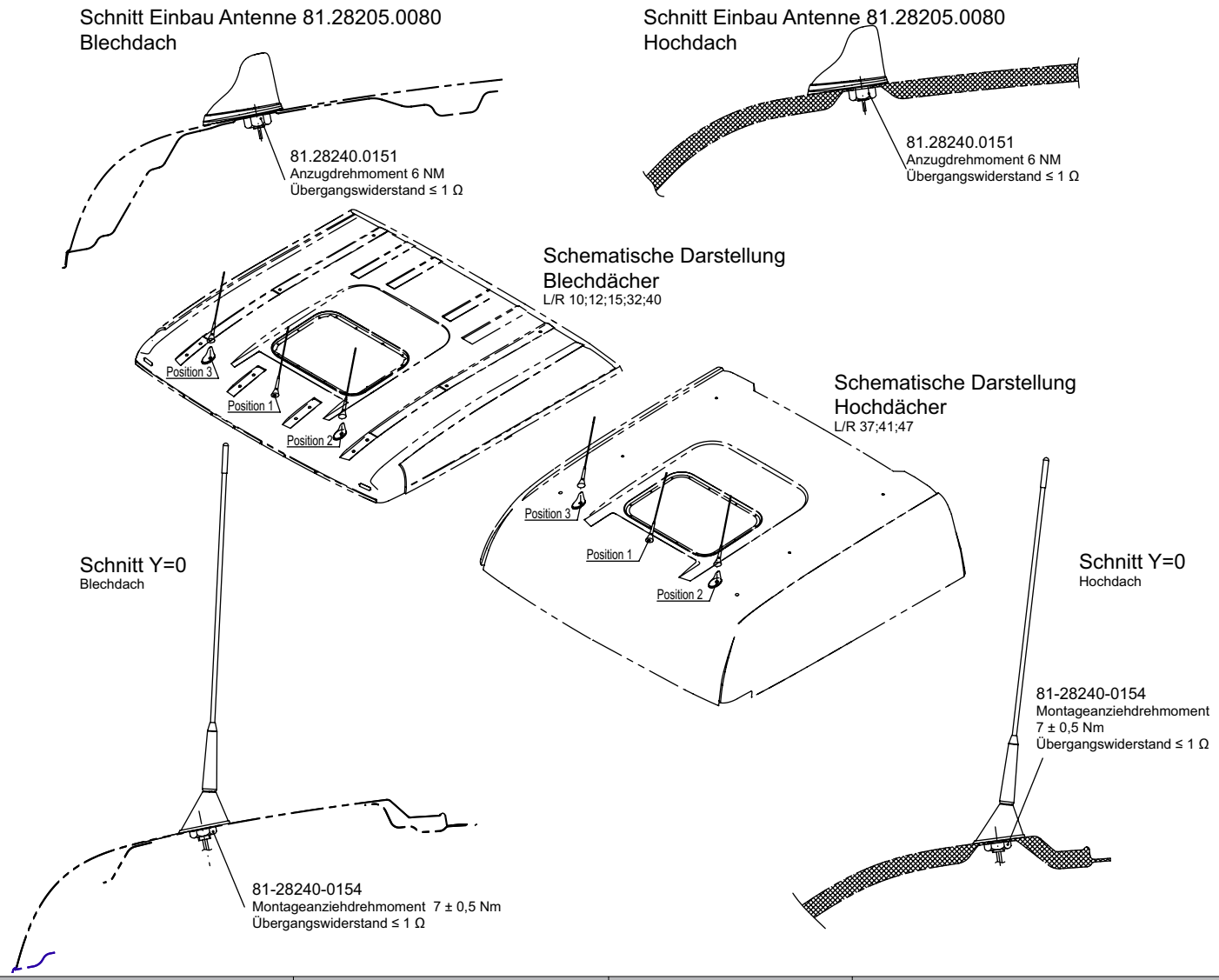
Nach Anhang I der EU-Rats-Richtlinie 72/245/EWG in der Fassung 2004/104/EG wird vorgeschrieben, dass mögliche Anbauorte von Sendeantennen, zulässige Frequenzbänder und die Sendeleistung zu veröffentlichen sind.

Für folgende Frequenzbänder ist die fachgerechte Montage an den von MAN vorgeschriebenen Befestigungspunkten (siehe Bild 97) auf dem Fahrerhausdach zulässig.

Tabelle 37: Frequenzbänder mit zul. Montageort Dachbefestigung

Frequenzband	Frequenzbereich	max. Sendeleistung
Kurzwelle	< 50 MHz	10 W
4 m-Band	66 MHz bis 88 MHz	10 W
2 m-Band	144 MHz bis 178 MHz	10 W
70 cm Band	380 MHz bis 480 MHz	10 W
GSM 900	880 MHz bis 915 MHz	10 W
GSM 1800	1.710,2 MHz bis 1.785 MHz	10 W
GSM 1900	1.850,2 MHz bis 1.910 MHz	10 W
UMTS	1.920 MHz bis 1.980 MHz	10 W

Bild 97: Einbauorte Antennen ESC-560



Benennung	Sachnummer	Position	Antenne sh. Stückliste Elektrik
Einbau Antenne	81.28200.8365	Pos. 1	Radioantenne
Einbau Antenne	81.28200.8367	Pos. 1	Radioantenne + D -u. E-Netz
Einbau Antenne	81.28200.8369	Pos. 1	Radioantenne + D -u. E-Netz + GPS
Einbau Funkantenne LL	81.28200.8370	Pos. 2	CB - Funkantenne
Einbau Funkantenne RL	81.28200.8371	Pos. 3	
Einbau Funkantenne LL	81.28200.8372	Pos. 2	Bündelfunkantenne
Einbau Funkantenne RL	81.28200.8373	Pos. 3	
Einbau Funkantenne LL	81.28200.8374	Pos. 2	Funkantenne 2 m Band
Einbau Funkantenne RL	81.28200.8375	Pos. 3	
Einbau Antenne LL	81.28200.8377	Pos. 3	GSM- und GPS-Antenne für Mautsystem
Einbau Antenne RL	81.28200.8378	Pos. 2	
Einbau Funkantenne LL	82.28200.8004	Pos. 2	CB - Funk- und Radioantenne
Einbau Kombiantenne RL	81.28205.8005	Pos. 3	GSM+D- und E-Netz+GPS+CB-Funkantenne
Einbau Kombiantenne LL	81.28205.8004	Pos. 2	

6.9 Schnittstellen am Fahrzeug, Aufbauvorbereitungen

Außer über die von MAN bereitgestellten Schnittstellen (z.B. für Ladebordwand, für Start- / Stoppeinrichtung, für Zwischendrehzahlregelung, FMS-Schnittstelle) sind Eingriffe in das Bordnetz nicht erlaubt. Der Abgriff von CAN-Bussen ist untersagt, Ausnahme ist der Aufbauer-CAN-Bus, siehe TG-Schnittstelle des Steuergerätes für den externen Datenaustausch (KSM). Die Schnittstellen sind im Heft ‚Schnittstellen TG' vollständig dokumentiert. Wenn ein Fahrzeug mit Aufbauvorbereitungen (z.B. Start-Stopp-Einrichtung am Rahmenende) bestellt wird, sind diese ab Werk verbaut und teilweise angeschlossen. Die Instrumentierung ist entsprechend der Bestellung vorbereitet.
Der Aufbauhersteller muss sich vor Inbetriebnahme der Aufbauvorbereitungen vergewissern, dass er die jeweils gültigen Schaltpläne und Kabelstrangzeichnungen verwendet (siehe auch Abschnitt 6.4). Für die Überführung des Fahrzeuges zum Aufbauhersteller sind von MAN Transportsicherungen eingebaut (an den Schnittstellen hinter der Frontklappe auf der Beifahrerseite).
Zur Inbetriebnahme der jeweiligen Schnittstelle sind die Transportsicherungen fachgerecht zu entfernen.
Nachrüstung von Schnittstellen und/ oder Aufbauvorbereitungen sind oft nur mit hohem Aufwand und unter Hinzuziehung eines Elektronikspezialisten der MAN-Serviceorganisation durchführbar.

Abnahme D+ Signal (Motor läuft)
Achtung: D+ darf nicht vom Generator abgegriffen werden.

Neben den an der KSM-Schnittstelle zur Verfügung gestellten Signalen und Informationen besteht die Möglichkeit das D+ Signal wie folgt abzugreifen: Der Zentrale Bordrechner (ZBR) stellt ein Signal „Motor läuft" (+24 V) zur Verfügung.
Dieses kann direkt am ZBR (Stecker F2 Pin 17) abgegriffen werden.
Die maximale Belastung dieses Anschlusses darf 1 Ampere nicht überschreiten. Zu beachten ist, dass hier auch interne Verbraucher angeschlossen sein können, die Rückwirkungsfreiheit an diesem Anschluss ist zu gewährleisten.

Datenfernübertragung „Remote Download (RDL)" von Informationen des Massenspeichers von digitalen Fahrtenschreibern und der Daten der Fahrerkarte.
MAN unterstützt die herstellerübergreifende Datenfernübertragung von Informationen des Massenspeicher von digitalen Fahrtenschreibern und der Daten der Fahrerkarte (RDL = remote download).
Die Schnittstelle hierzu ist im Internet auf www.fms-standard.com veröffentlicht.

6.9.1 Elektrische Schnittstelle Ladebordwand

Siehe Kapitel ‚Ladebordwand'

6.9.2 Motor-Start-Stopp Einrichtung

Die „Motor-Start-Stopp-Einrichtung“ ermöglicht es den Fahrzeugmotor über eine Fernsteuerung oder über einen Schalter außerhalb vom Fahrerhaus zu starten oder zu stoppen.

Die „Motor-Start-Stopp-Einrichtung“ ist ein von der ZDR-Schnittstelle unabhängiges System und muss separat bestellt werden.

Ab Werk sind allgemein folgende Varianten der „Motor-Start-Stopp- Einrichtung“ verfügbar:

- Motor-Start- Stopp-Einrichtung unter der Frontklappe (Vorbereitung)
- Motor-Start- Stopp-Einrichtung am Motor
- Motor-Start- Stopp-Einrichtung am Rahmenende (Vorbereitung)

Ist eine Variante im Ausstattungsumfang eines Fahrzeuges nicht vorhanden, so kann die „Motor-Start-Stopp -Einrichtung“ nachträglich eingebaut werden. Dabei ist darauf zu achten, dass sowohl die originalen MAN Kabelstränge als auch die dokumentierten Anschlussmöglichkeiten und Einbauorte verwendet werden.

Zudem gibt es die Möglichkeit die „Motor-Start-Stopp-Einrichtung“ mittels des CAN-Datenbusses zu realisieren. Vorraussetzung hierfür ist, dass ab Werk das Kundensondermodul (KSM) im Fahrzeug verbaut ist. Weiterführende Hinweise, Anschluss- und Signalbeschreibungen sind im separaten Aufbaurichtlinienheft „Schnittstellen TG“ zu finden.

Eine spezielle Parametrierung ist für die Motor-Start-Stopp Funktionalität nicht erforderlich.

Bei der Realisierung einer Verschaltung des Aufbauherstellers ist die Bezeichnung Motor-Start-Stopp zu gebrauchen.
Diese Bezeichnung ist nicht mit dem Begriff Not-Aus zu verwechseln.

6.9.3 Geschwindigkeitssignal abnehmen

Achtung! Sämtliche Arbeiten am Tachografen sind bei ausgeschalteter Zündung vorzunehmen, um Fehlereinträge im Steuergerät zu vermeiden!
Es ist möglich das Geschwindigkeitssignal des Tachografen abzunehmen.
Dabei ist sicherzustellen, dass die Belastung des entsprechenden Pins 1 mA nicht übersteigt!
Dies entspricht in der Regel zwei angeschlossenen Peripheriegeräten. Sollte diese Abgriffmöglichkeit nicht ausreichen, sind Impulsverteiler mit der MAN Sachnummer:
81.25311-0022 (3 • v-Impuls Ausgang, max. Belastung 1 mA für jeden Ausgang)
oder 88.27120-0003 (5 • v-Impuls Ausgang, max. Belastung 1mA für jeden Ausgang)
anzuschließen.

Möglichkeiten zum Abgriff des ‚B7-Signals‘ = Geschwindigkeitssignal:

1) Am Stecker B / Pin 7 oder PIN 6 an der Rückseite des Tachografen
2) An der 3-poligen Steckverbindung X4366/Kontakt 1. Die Steckverbindung befindet sich hinter einer Abdeckung auf der fahrerseitigen A-Säule im Bereich des Fahrerfußraums.
3) An der 2-ploigen Steckverbindung X4659, Kontakt 1 oder 2, die Steckverbindung befindet sich hinter der Zentralelektrik.
4) An der werksseitig verbauten Schnittstelle mit kundenspezifischem Steuermodul ab STEP1 (siehe Heft Schnittstelle TG Kapitel 4.3)

6.9.4 Rückfahrsignal abnehmen

Das Rückfahrsignal kann bei Fahrzeugen der Baureihe TGL/TGM in Abhängigkeit der Schadstoffklasse über mehrere Möglichkeiten am Fahrzeug abgegriffen werden.

Bei Fahrzeugen mit Schadstoffklasse **Euro 5** oder niedriger ist der Abgriff des Rückfahrsignal über den Stecker X1627 am Pin 1 der Leitung 71300 abzunehmen. Der Stecker X1627 befindet sich im Bereich des Steuergeräteeinschubes in linkerhand neben der Zentralelektrik. Die Belastung der Schnittstelle für das Rückfahrsignal darf einen zulässigen Wert von 100 mA nicht überschreiten.

Das Rückfahrsignal kann auch über das Kundensondermodul (KSM) abgenommen werden. Voraussetzung hierfür ist, dass ab Werk das Kundensondermodul (KSM) im Fahrzeug verbaut ist. Weiterführende Hinweise, Anschluss- und Signalbeschreibungen sind im separaten Aufbaurichtlinienheft „Schnittstellen TG“ zu finden.

Bei Fahrzeugen der Schadstoffklasse **Euro 6** oder höher kann das Rückfahrsignal über die folgenden Schnittstellen abgenommen werden. Das Rückfahrsignal kann über den 2-poligen Stecker X1627 am Pin 1 oder Pin2 der Leitung 71300 abgenommen werden. Dieser befindet sich im Bereich der Zentralelektrik. Es ist zu beachten, dass die Belastung der Schnittstelle für das Rückfahrsignal einen zulässigen Wert von 100mA nicht überschreiten darf. Über das Kundensondermodul (KSM) ist der Abgriff des Rückfahrsignal ebenfalls durchführbar. Voraussetzung hierfür ist, dass ab Werk das Kundensondermodul (KSM) im Fahrzeug verbaut ist. Weiterführende Hinweise, Anschluss- und Signalbeschreibungen sind im separaten Aufbaurichtlinienheft „Schnittstellen TG“ zu finden.

Achtung! Sämtliche Arbeiten sind bei ausgeschalteter Zündung oder Abgeklemmter Batterie vorzunehmen.
Neben den Unfallverhütungsvorschriften (UVV) sich auch die länderspezifischen Richtlinien und Gesetzte zu beachten“.

6.10 Elektronik

Bei TGL/TGM wird eine Vielzahl elektronischer Systeme zur Regelung, Steuerung und Überwachung von Fahrzeugfunktionen eingesetzt. Das elektronische Bremssystem (EBS), die elektronische Luftfederung (ECAS) und die elektronische Dieseleinspritzung (EDC) sind einige Beispiele. Eine vollständige Vernetzung der Geräte untereinander gewährleistet, dass Messwerte gleichermaßen von allen Steuergeräten benutzt werden können. Dies führt zur Reduzierung von Sensoren, Leitungen und Steckverbindungen und damit zur Reduzierung von Fehlerquellen. Die Netzwerkleitungen sind im Fahrzeug an der Verdrillung erkennbar.
Es werden parallel mehrere CAN-Bussysteme eingesetzt, so lassen sie sich optimal an ihre jeweiligen Aufgaben anpassen.
Alle Datenbussysteme sind zur exklusiven Nutzung durch die MAN-Fahrzeugelektronik vorgesehen, ein Zugriff auf diese Bussysteme ist untersagt. Ausnahme ist der Aufbauer-CAN-Bus, siehe TG-Schnittstelle des Steuergerätes für den externen Datenaustausch (KSM).

6.10.1 Anzeige- und Instrumentierungskonzept

Das Kombiinstrument im TGL/TGM ist im Steuergeräteverbund über ein CAN-Bussystem eingebunden. Im Zentraldisplay erfolgt eine direkte Fehleranzeige mit Klartext oder Fehlercode. Die Instrumentierung erhält per CAN-Botschaft sämtliche Informationen die zur Anzeige gebracht werden. Statt Glühbirnen finden nur langlebige Leuchtdioden Verwendung.
Die Symbolscheibe ist fahrzeugspezifisch ausgelegt, d. h. nur bestellte Funktionen und Vorbereitungen sind tatsächlich vorhanden. Wenn nachträglich Funktionen in das Fahrzeug eingebaut werden die zur Anzeige gebracht werden sollen (z.B. Nachrüstung von Ladebordwand, Gurtstraffer, Kipperanzeige), ist eine Neuparametrierung mit MAN-cats® notwendig und eine angepasste Symbolscheibe entsprechend der neuen Parametrierung über den MAN-Ersatzteildienst zu bestellen.
Für Aufbauhersteller besteht auf diesem Weg die Möglichkeit, aufbauseitige Funktionen wie z.B. Ladebordwand oder Kipperbetrieb im Fahrzeug zu parametrieren und die Instrumentierung bei der Fahrzeugmontage mit den erforderlichen Symbolen zu bestücken.
Es ist weder möglich Aufbauherstellerfunktionen ‚auf Vorrat‘ zu integrieren, noch erlaubt, dass der Aufbauhersteller im Zentraldisplay eigene Funktionen einbringt oder Signale auf der Rückseite der Instrumentierung anzapft.

6.10.2 Diagnosekonzept und Parametrierung mit MAN-cats®

MAN-cats® ist in der 2. Generation das MAN-Werkzeug für Diagnose und Parametrierung der elektronischen Systeme im Fahrzeug. MAN-cats® ist deshalb in allen MAN-Servicestellen im Einsatz. Wenn der Aufbauhersteller oder Kunde bereits bei der Fahrzeugbestellung den gewünschten Brancheneinsatz oder die Aufbauart übermitteln kann (z.B. für die ZDR-Schnittstelle werden diese bereits ab Werk per EOL-Programmierung (EOL = end of line, Programmierung am Bandende) in das Fahrzeug eingespielt.

Der Einsatz von MAN-cats® ist dann erforderlich, wenn diese Parameter geändert werden sollen.
Die Elektronikspezialisten der MAN-Servicestellen haben die Möglichkeit, auf Systemspezialisten im MAN-Werk zurückzugreifen, um bei bestimmten Eingriffen am Fahrzeug die entsprechenden Freigaben, Genehmigungen und Systemlösungen zu erhalten.

6.10.3 Parametrierung der Fahrzeugelektronik

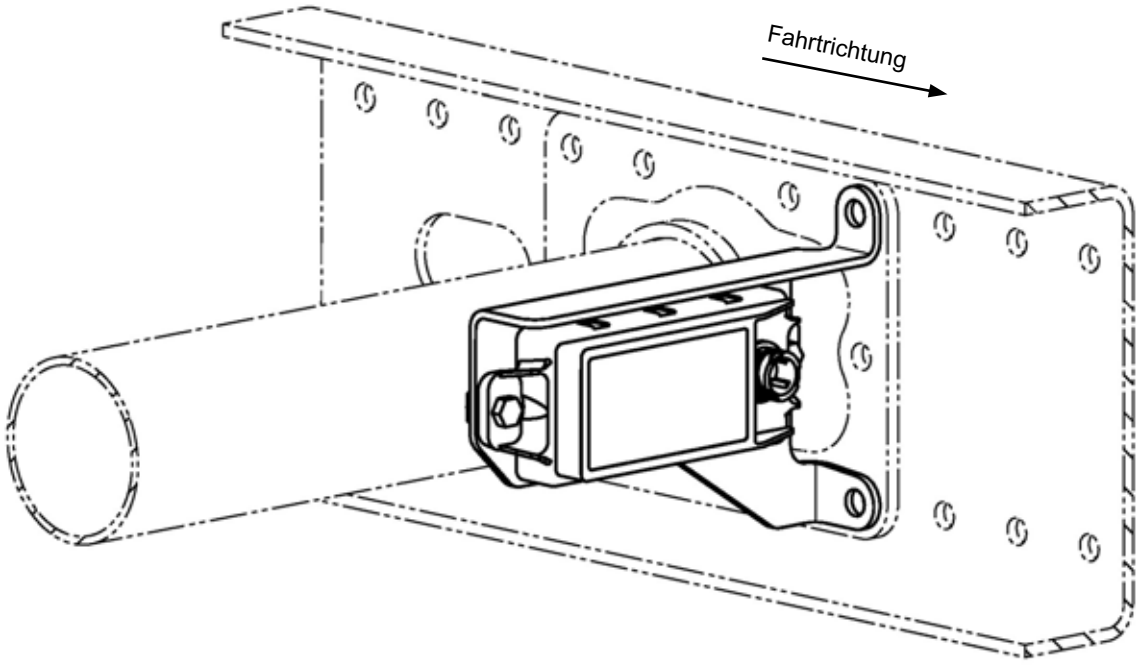
Bei genehmigungspflichtigen oder sicherheitskritischen Änderungen am Fahrzeug, erforderlicher Anpassung des Fahrgestells an den Aufbau, Umbaumaßnahmen oder Nachrüstungen ist über einen MAN-cats® Spezialisten der nächsten MAN-Servicestelle vor dem Beginn der Arbeiten abzuklären, ob eine neue Fahrzeugparametrierung erforderlich ist.

6.10.4 ESP-Gierratensensor

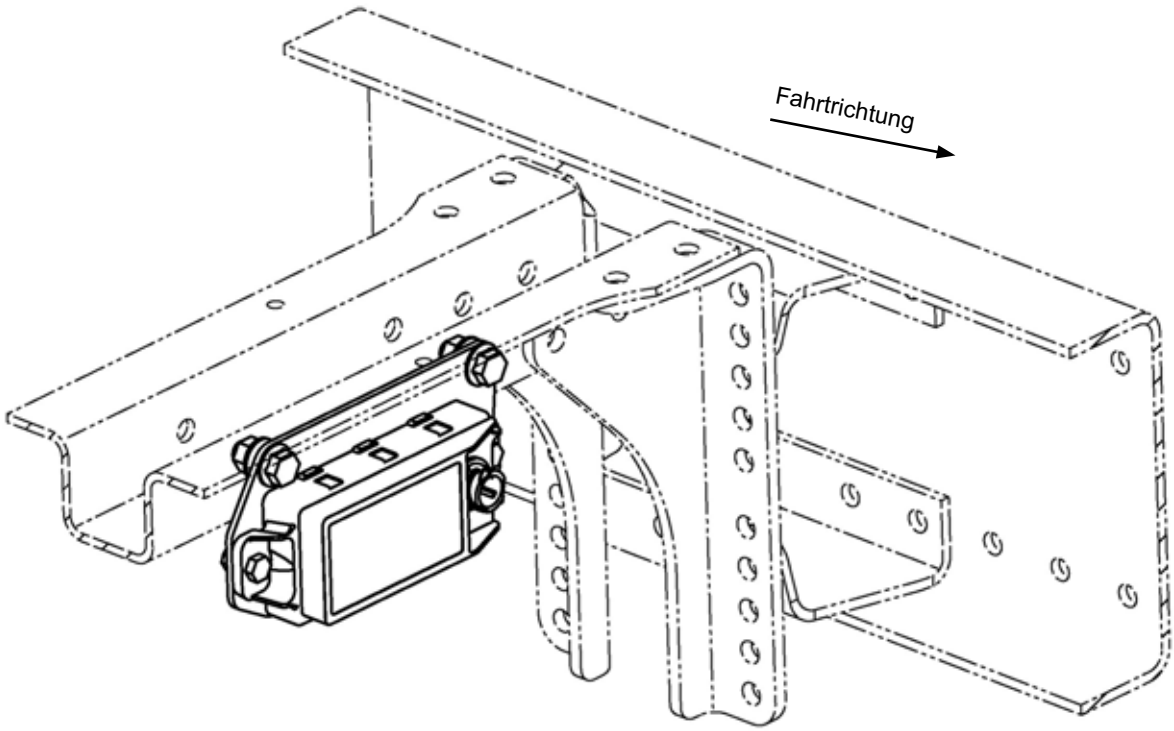
Die Position und die Befestigung des Gierratensensors und seine Befestigung darf nicht verändert werden.

Bild 98: Beispiel eines Einbaus ESP-Gierratensensor ESC-563

1. Einbau Gierratensensor am Rohrquerträger (hinter Getriebe)



2. Einbau Gierratensensor am Portalquerträger (hinter Getriebe)

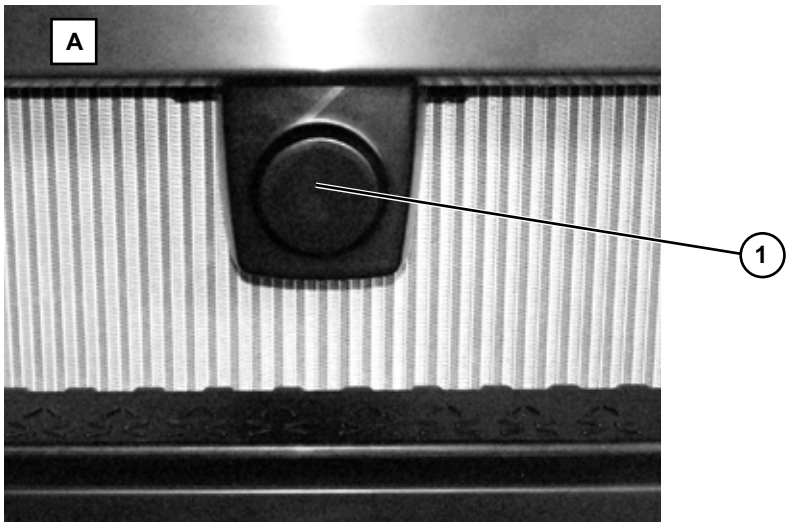


6.10.5 Notbremsassistent (Emergency Brake Assist)

Der Notbremsassistent (engl. Emergency Brake Assist – EBA) ist ein Fahrer- / Bremsassistenzsystem. Er warnt den Fahrer vor einem möglichen Auffahrunfall und leitet Maßnahmen ein, wenn eine Gefahrensituation erkannt wird. Falls notwendig greift der EBA selbständig in das Bremssystem ein um eine Kollision zu vermindern oder komplett zur vermeiden.
Der EBA erhält die Informationen über das Vorfeld des Fahrzeugs von einem im Stoßfänger untergebrachten Radarsensor (siehe Bild 99 Detail A).

Bild 99: Fahrerhausfront mit Einbauort des Radarsensors am Beispiel TGL / TGM Fahrzeuges ESC-567

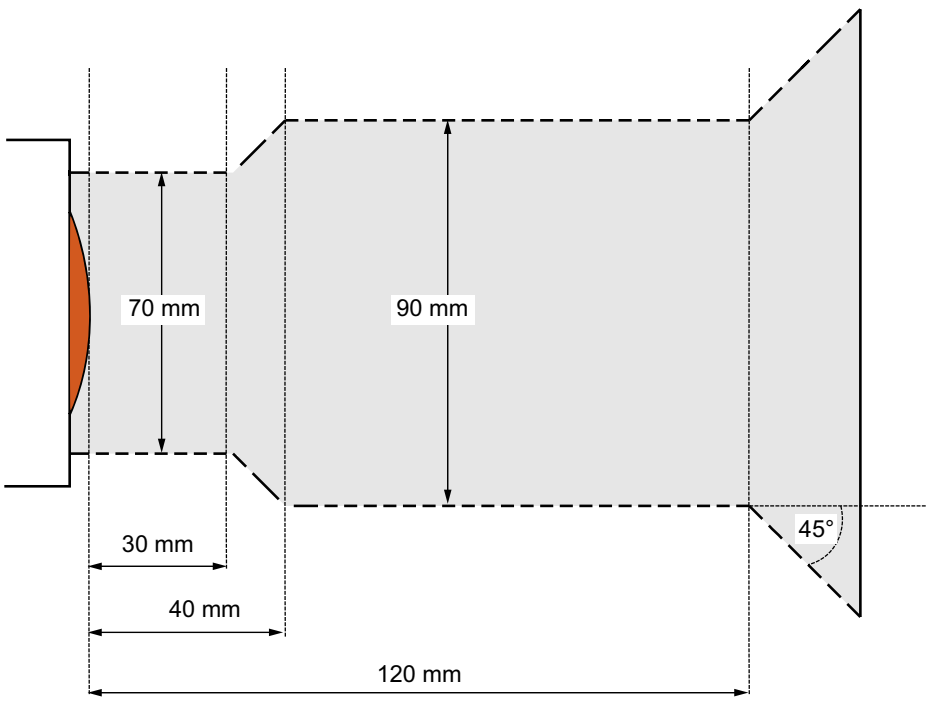
Bild 100: Fahrerhausfront Detail A (Radarssensor mit Abdeckung) ESC-566



Der Radarsensor ist ein sicherheitsrelevantes Bauteil und befindet sich hinter einer Abdeckung (siehe Abbildung 100 Position 1) im Bereich der Auftrittfläche der Fahrzeugfront. Für einen störungsfreien Betrieb des EBA sind nachfolgende Hinweise unbedingt zu beachten.

Während des Betriebes von Fahrzeugen mit EBA ist zu beachten, dass der Radarsensor weder temporär noch dauerhaft verdeckt werden darf. Der Erfassungsbereich des Sensors wird eingeschränkt, sobald (Front-) Anbauteile den Radarbereich teilweise oder vollständig verdecken. Die nachfolgende Abbildung zeigt den minimal freizuhaltenden Sichtbereich des Radarsensors.

Bild 101: Sichtbereich Radarsensor ESC-562



Achtung: Bei Fahrzeugen bei denen der Bereich des Radarsensors durch Anbauten und / oder anderen Bauteilen (zum Beispiel Winterdienstplatte, Seilwindenanbau, sonstige Abdeckungen oder Platten aller Art etc.) dauerhaft oder temporär verdeckt wird, muss die EBA und ACC Funktionalität per Umrüstdatenfile dauerhaft deaktiviert werden.
Auch ist es während des Betriebes zu vermeiden, dass flexible Fahrzeug-/ Anbauteile (Kabel, Schläuche, Seile oder ähnliches) in den Sichtbereich des Sensors kommen.

Weiterhin ist für einen fehlerfreien Betrieb des EBA zu beachten, dass

- die werkseitig festgelegte Position des Radarsensors, dessen Abdeckung sowie der Halterung beibehalten werden muss.
- weder Position, noch Lage, Material- oder Oberflächeneigenschaften (bekleben, schleifen, lackieren usw.) verändert werden dürfen.
- die Halterung inklusive der Befestigung des Radarsensors nicht gelöst oder verändert werden darf.
- ein Befestigen anderer Bauteile oder Leitungen an dem Sensorhalter nicht zulässig ist.
- Änderungen und Eingriffe am Kabelstrang nicht zulässig sind.

Lässt sich ein Lösen der Befestigung oder ein Entfernen des Radarsensors aufgrund von Wartungs- oder Reparaturarbeiten nicht verhindern, gelten für die Wiedermontage zusätzlich folgende Vorgaben:

- Der Radarsensor inkl. Halterung und Abdeckung muss wieder an der werksseitig festgelegt Position befestigt werden.
- Es sind ausschließlich MAN-Original Teile zur Befestigung oder Ersatz zu verwenden.
- Eine Justierung des Sensors muss durch eine MAN Service-Werkstatt durchgeführt werden.

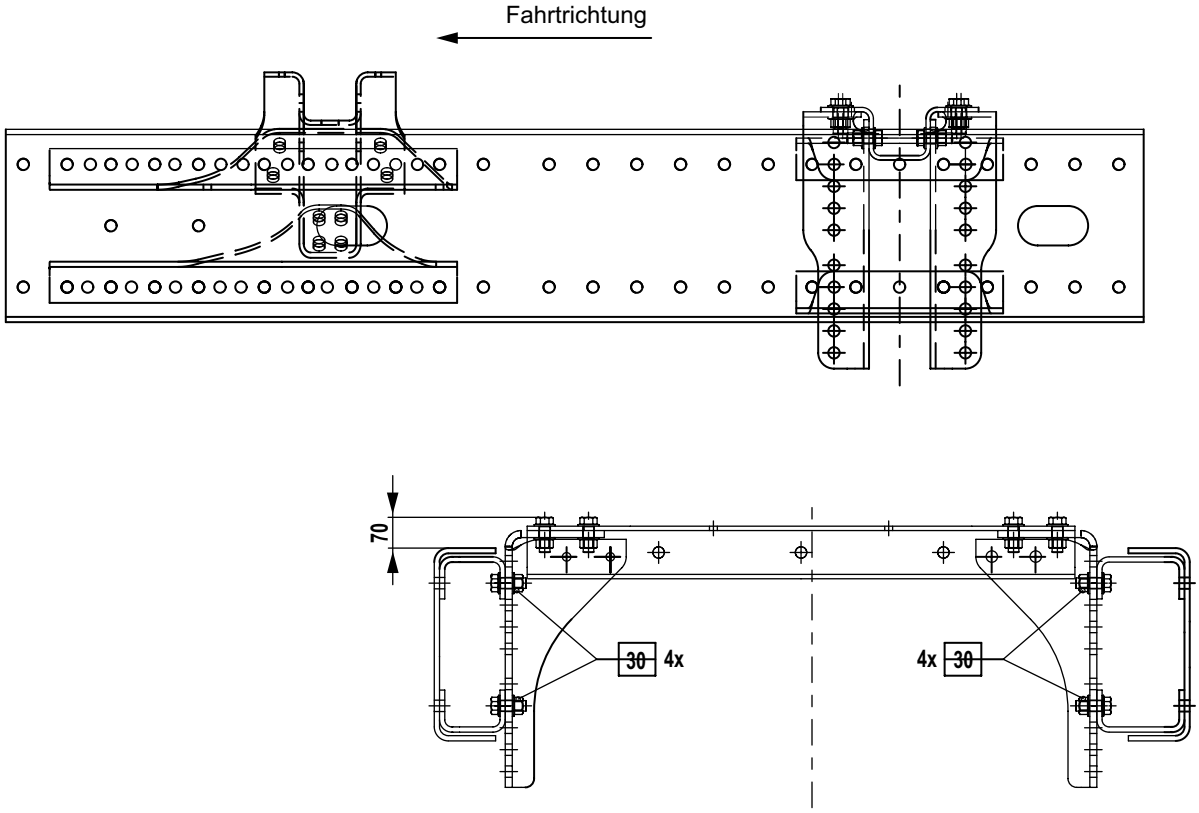
Der EBA warnt den Fahrer unter anderem akustisch sobald eine Kollisionsgefahr erkannt wurde. Um die akustische Warnung sicherzustellen, müssen die original MAN Lautsprecher (Dual Coil Speaker) verbaut bleiben.
Sobald der Notbremsassistent in das Bremssystem eingreift werden die Bremsleuchten aktiviert, um den Nachfolgenden Verkehr zu warnen. Eine Veränderung der werksseitig verbauten Rückleuchten oder ein Austausch durch nicht seitens MAN freigegebene Rückleuchten ist daher nicht zulässig. Weitere Hinweise zur Beleuchtungsanlage sind im Kapitel 6.6 „Beleuchtungsanlage“ zu finden.
Nach Umbaumaßnahmen an der Hinterachse / den Hinterachsen, am Fahrzeughauptrahmen sowie bei Umbereifungen und bei Anbau von Zusatzachsen ist der Sensor durch entsprechend geschultes Personal / MAN Service Niederlassung zu justieren.
Nach Abschluss der Umbauarbeiten ist die Parametrierung der Fahrzeugelektronik zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

7. Nebenabtriebe → siehe separates Heft

Achtung: Ein Nebenabtrieb am Getriebe ist bei 5-Gang-Getriebe ZF-S542 nicht erhältlich, eine Nachrüstung ist nicht möglich!
Bei den Typen N01 und N11 ist auch in Verbindung mit dem Getriebe ZF-S6850 kein Nebenabtrieb erhältlich.

Es gilt das Heft ‚Nebenabtriebe'. Dort sind auch die möglichen Nebenabtriebe für TGL/TGM beschrieben. Eine weitere Hilfe für Auswahl und Auslegung von Nebenabtrieben mit den jeweiligen Daten ist im Bereich ‚Getriebe' in MANTED® (www.manted.de) integriert.
Sind ab Werk ein oder mehrere Nebenabtriebe am Getriebe montiert, so ist der 1. Rahmenquerträger hinter dem Getriebe in höhenverstellbarer Bauweise (siehe Bild 102) ausgeführt. Damit lassen sich Gelenkwellenstränge am Nebenabtrieb unter Beachtung des zulässigen maximalen Beugewinkels von 7° (+1° Toleranz) installieren. In der serienmäßigen Stellung ragt der Querträger einschließlich Schraubenkopf um 70 mm über Rahmenoberkante hinaus.
Der höhenverstellbare Querträger lässt sich auch nachrüsten (z.B. bei nachträglichem Anbau eines Nebenabtriebs).

Bild 102: Höhenverstellbarer Rahmenquerträger bei Nebenabtrieb am Getriebe ESC-700



8. Bremsen, Leitungen

Die Bremsanlage zählt zu den wichtigsten Sicherheitsbaugruppen des Lkw. Änderungen der gesamten Bremsanlage einschließlich der Leitungen dürfen nur von entsprechend geschultem Personal ausgeführt werden. Nach jeder Änderung ist eine komplette Sicht-, Hör-, Funktions- und Wirkungsprüfung der gesamten Bremsanlage durchzuführen.

8.1 ALB, EBS-Bremse

Durch das EBS ist eine Prüfung der ALB-Einstellung durch den Aufbauhersteller hinfällig, eine Einstellung kann auch nicht vorgenommen werden. Eine Prüfung ist allenfalls im Rahmen der turnusmäßigen Überwachung der Bremsanlage (in Deutschland SP und §29 StVZO) erforderlich.
Die EBS nutzt bei luftgefederten Fahrzeugen das auf dem CAN gesendete Achslastsignal der ECAS.
Bei Umbauten muss darauf geachtet werden, dass diese Achslastinformationen nicht beeinträchtigt werden.

8.2 Brems- und Druckluftleitungen

8.2.1 Grundsätze

- Polyamidrohre (= PA-Rohre) sind unbedingt:
  - von Heizquellen fernzuhalten
  - scheuerfrei zu verlegen
  - spannungsfrei
  - und ohne Knick zu verlegen.
- Es dürfen nur PA-Rohre nach nach DIN 74324 Teil 1 MAN-Norm M 3230 Teil 1 verwendet werden (www.normen.man-nutzfahrzeuge.de, Registrierung erforderlich). Diese Rohre sind - der Norm entsprechend - alle 350 mm mit einer Nummer gekennzeichnet, die mit ‚M 3230' oder „ISO7628" beginnt.
- Vom Luftpresser zum Lufttrockner bzw. Druckregler sind Edelstahlrohre vorgeschrieben.
- Leitungen bei Schweißarbeiten durch Ausbauen schützen, Schweißarbeiten siehe auch Kapitel „Fahrgestelle ändern", Abschnitt ‚Schweißen am Rahmen'.
- Wegen der möglichen Wärmeentwicklung dürfen PA-Rohre nicht an Metallrohren oder -haltern befestigt werden, die mit folgenden Aggregaten verbunden sind:
  - Motor
  - Luftpresser
  - Heizung
  - Kühler
  - Hydraulik.

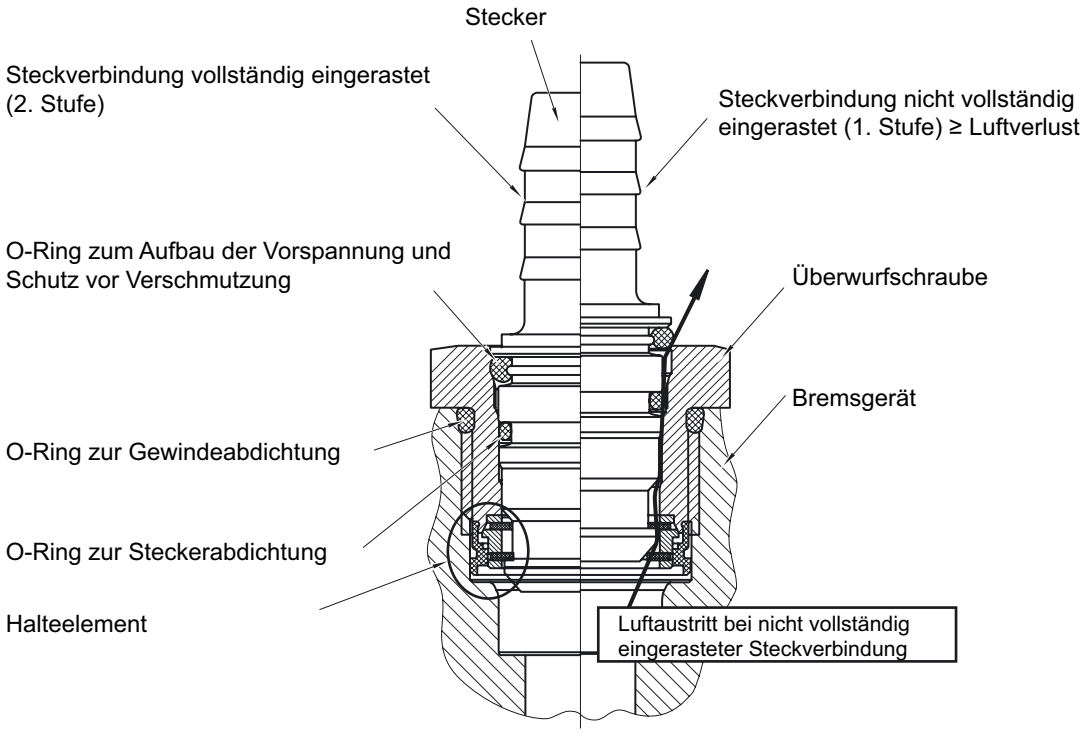
8.2.2 Steckverbinder, des Systems Voss 232

Bei Brems-/ Luftleitungen sind nur Steckverbinder der Systeme Voss 232 (MAN-Norm: M 3298) und Voss 230 (für kleine Rohre NG6 und Sonderverbinder wie Doppeldorn; MAN-Norm: M 3061) zulässig. Die genannte Norm gibt ausführliche Verarbeitungshinweise und ist für die Montage von pneumatischen Leitungen und Aggregaten verbindlich anzuwenden. Bezugsmöglichkeit der genannten MAN-Norm besteht für Aufbauhersteller über Abteilung ESC (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“).

Das System 232 hat zwei Raststufen. Wenn der Stecker nur in der ersten Stufe eingerastet ist, ist die Verbindung beim System 232 gewollt undicht, eine unkorrekte Steckerrastung ist sofort an der Geräuschentwicklung erkennbar.

- Das System muss beim Herausdrehen der Überwurfschraube drucklos sein.
- Nach dem Lösen der Verbindung Stecker/ Überwurfschraube muss die Überwurfschraube erneuert werden, da das Halteelement beim Lösen der Verbindung zerstört wird.
- Deshalb ist zum Lösen der Verbindung einer Leitung an einem Aggregat die Überwurfschraube herauszudrehen. Das Kunststoffrohr bildet mit Stecker, Überwurfschraube und Halteelement eine wieder verwendbare Einheit. Nur der O-Ring zur Gewindeabdichtung (siehe Bild 103) muss gegen einen neuen ausgetauscht werden (der O-Ring ist zu fetten, die Überwurfschraube zu säubern).
- Die oben beschriebene Einheit der Steckverbindung ist handfest in das Aggregat einzuschrauben und anschließend mit 12 ± 2 Nm in Metall und Kunststoff festzuziehen (MAN-Norm: M 3021, www.normen.man-nutzfahrzeuge.de Registrierung erforderlich).

Bild 103: Voss System 232, Funktionsprinzip ESC-174

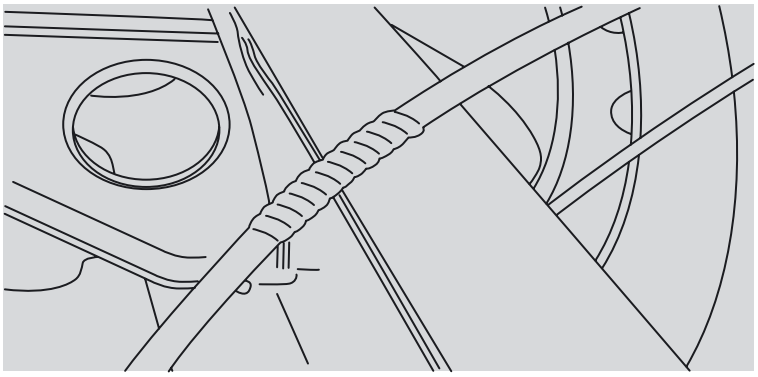


8.2.3 Verlegung und Befestigung von Leitungen

Grundsätze der Leitungsverlegung:

- Eine lose Verlegung von Leitungen ist nicht zulässig, vorgesehene Befestigungsmöglichkeiten und/ oder Rohre sind zu verwenden.
- Kunststoffrohre beim Verlegen nicht erwärmen, auch dann nicht wenn Rohre in Bögen verlegt werden müssen.
- Bei der Rohrbefestigung ist darauf zu achten, dass ein Verdrehen der PA-Rohre ausgeschlossen ist.
- Am Bogenanfang und -ende je eine Rohrschelle oder bei Rohrbündeln je einen Kabelbinder anbringen.
- Kabelbaumwellrohre werden im Rahmen auf Kunststoffkonsolen und im Motorbereich auf vorbereiteten Kabeltrassen mit Rasterbändern aufgebunden oder mittels Clip-Technik befestigt.
- Niemals mehrere Leitungen an einer Schelle befestigen.
- Es dürfen nur PA-Rohre (PA = Polyamid) nach DIN 74324 Teil 1 oder MAN-Norm M 3230 Teil 1(Erweiterung der DIN 74324 Teil 1) verwendet werden (www.normen.man-nutzfahrzeuge.de, Registrierung erforderlich).
- Eine Veränderung der Leitungsquerschnitte ist nicht gestattet.
- Auf die verlegte Länge bei PA-Rohren 1% Längenzugabe geben (entspricht 10 mm je Meter Kabellänge), weil Kunststoffrohre sich bei Kälte zusammenziehen und eine Gebrauchsfähigkeit bis -40°C gegeben sein muss.
- Ein Erwärmen von Rohren bei der Verlegung ist unzulässig.
- Zum Kürzen von Kunststoffrohren muss eine Kunststoffrohr-Abschneidezange verwendet werden, da ein Absägen zu unzulässiger Gratbildung an der Schnittfläche und Spanbildung im Rohr führt.
- PA-Rohre dürfen an Rahmenkanten bzw. in Rahmendurchbrüchen anliegen. Eine minimale Abflachung am PA-Rohr (max. 0,3 mm tief) an den Berührungsstellen kann toleriert werden. Kerbartige Anscheuerungen sind jedoch nicht zulässig.
- Die Berührung von PA-Leitungen untereinander ist erlaubt. Es entsteht an der Berührungsstelle eine minimale gegenseitige Abflachung.
- PA-Leitungen dürfen parallel (nicht über Kreuz) mit Rasterband gebündelt werden. PA- und Wellrohre sind sortenrein zu bündeln. Die Einschränkung der Beweglichkeit durch den Aussteifungseffekt ist zu beachten.
- Das Abdecken von Rahmenkanten mit einem aufgeschnittenen Wellrohr ist schädlich, das PA-Rohr wird an der Berührungsstelle mit dem Wellrohr angegriffen.
- Punktförmige Auflagen an Rahmenschnittkanten können mit einer sog. ‚Schutzspirale' geschützt werden (siehe Bild 104). Die Schutzspirale muss das zu schützende Rohr stramm und in seinen Windungen geschlossen fassen. (Ausnahme: PA-Leitungen Ø ≤ 6 mm).

Bild 104: Schutzspirale auf PA-Rohr ESC-151



- Berührung von PA-Leitungen/ PA-Wellrohren mit Aluminiumlegierungen z.B. Alu-Tank, Kraftstofffiltergehäuse) ist nicht erlaubt, da Aluminiumlegierungen mechanisch abgetragen werden (Brandgefahr).
- Kreuzende, pulsierende Leitungen (z.B. Kraftstoff) dürfen am Kreuzungspunkt nicht mit einem Rasterband zusammen gebunden werden (Scheuergefahr).
- An Einspritzleitungen und kraftstoffführenden Stahlleitungen für Flammstartanlage dürfen keine Leitungen festgerastet werden (Scheuergefahr, Brandgefahr).
- Mitgeführte Zentralschmierungs- und ABS-Sensorkabel dürfen an Luftschläuchen nur mit Distanzgummi angerastert werden.
- An Kühlmittel- und Hydraulikschläuchen (z.B. Lenkung) darf nichts angerastert werden (Scheuergefahr).
- Anlasserkabel dürfen auf keinen Fall mit kraftstoff- oder ölführenden Leitungen gebündelt werden, da Scheuerfreiheit bei der Pluspol-Leitung oberstes Gebot ist!
- Wärmeeinwirkungen: Hitzestau in gekapselten Bereichen beachten. Ein Anliegen der Leitungen an Wärmeabschirmblechen ist nicht zulässig (Mindestabstand zu Wärmeabschirmblechen ≥ 100 mm, zum Auspuff ≥ 200 mm)
- Metallleitungen sind vorverfestigt und dürfen weder gebogen noch so montiert werden, dass sie sich im Betrieb verbiegen können.

Falls Aggregate/ Bauteile zu einander beweglich gelagert sind, dann müssen beim Übertritt der Leitungen folgende Grundsätze beachtet werden:

- Die Leitung muss der Bewegung des Aggregates problemlos folgen können, dafür ist auf ausreichende Spielräume zu bewegten Teilen zu achten (Ein- und Ausfederung, Lenkeinschlag, Fahrerhauskippen). Eine Dehnung von Leitungen ist nicht zulässig.
- Der jeweilige Anfangs- und Endpunkt der Bewegung ist als feste Spannstelle exakt zu definieren.
  Das PA- oder Well-Rohr wird in der Spannstelle stramm mit einem möglichst breiten Rasterband oder einer an den Durchmesser des Rohres angepassten Schelle gefasst.
- Werden PA- und Well-Rohr am gleichen Übergang verlegt, so wird zuerst das steifere PA-Rohr versorgt.
  Das weichere Well-Rohr wird auf das PA-Rohr aufgerastert.
- Eine Leitung verträgt Bewegungen quer zur Verlegungsrichtung, wobei auf einen ausreichenden Abstand zwischen den Spannstellen zu achten ist. (Faustformel: Abstand der Spannstellen ≥ 5 x der zu überbrückenden Bewegungsamplitude)
- Große Bewegungsamplituden überbrückt man am besten mit einer U-förmigen Verlegung und einem Bewegungsablauf längs der U-Schenkel:

Faustformel für die minimale Länge der Bewegungsschleife:
minimale Länge der Bewegungsschleife = 1/2 · Bewegungsamplitude · Mindestradius · π

- Folgende Mindestradien sind bei PA-Rohren zu beachten (der jeweilige Anfangs- und Endpunkt der Bewegungsstrecke ist als feste Spannstelle exakt zu definieren):

Tabelle 38: Mindestradien bei PA-Rohren

Nenn - Ø [mm	4	6	9	12	14	16
Radius ≥ [mm]	20	30	40	60	80	95

- Zur Befestigung der Leitungen Schellen aus Kunststoff verwenden, maximalen Schellenabstand nach Tabelle 39 beachten.

Tabelle 39: Maximaler Schellenabstand in Abhängigkeit der Rohrgröße

Rohrgröße	4x1	6x1	8x1	9x1,5	11x1,5	12x1,5	14x2	14x2,5	16x2
Schellenabstand [mm]	500	500	600	600	700	700	800	800	800

8.2.4 Druckluftverlust

Druckluftanlagen können keinen 100%-igen Wirkungsgrad bieten, dazu gehört auch, dass leichte Leckagen oft, trotz gewissenhafter Auslegung, unvermeidlich sind. Die Frage ist, welcher Druckluftverlust unvermeidlich ist und welcher zu hoch ist. Vereinfacht ist jeder Druckluftverlust zu vermeiden, der innerhalb einer Frist von 12 Stunden nach Abstellen eines Fahrzeugs dazu führt, dass nicht sofort nach dem Anlassen des Motors gefahren werden kann. Davon abgeleitet gibt es zwei alternative Methoden um festzustellen, ob ein Luftverlust unvermeidlich ist oder nicht:

- Innerhalb von 12 Stunden nach Befüllung bis zum Abschaltdruck darf in keinem Kreis ein Druck < 6 bar sein. Die Prüfung ist mit nicht belüfteten Federspeichern, also mit eingelegter Feststellbremse durchzuführen.
- Innerhalb von 10 Minuten nach Befüllung bis zum Abschaltdruck darf der Druck im zu prüfenden Kreis um höchstens 2% gefallen sein.

Ist der Luftverlust größer als oben beschrieben, dann ist eine unzumutbare Leckage vorhanden, die abgestellt werden muss.

8.3 Anschluss von Nebenverbrauchern

Alle Leitungen im Druckluftsystem sind bei TGL/TGM mit den Voss Systemen 232 und 230 (für kleine Rohre NG6 und Sonderverbinder z.B. Doppeldorn) ausgeführt. Nur das jeweilige Originalsystem ist bei Arbeiten am Fahrgestell zulässig.
Ein Anschluss von aufbauseitigen Druckluftverbrauchern an das Druckluftsystem darf ausschließlich im Kreis für Nebenverbraucher erfolgen. Für jeden zusätzlichen Verbraucher mit einem pneumatischen Anschluss > NG6 (6 x 1 mm) ist ein eigenes Überströmventil nötig.

Verboten ist der Anschluss von Nebenverbrauchern:

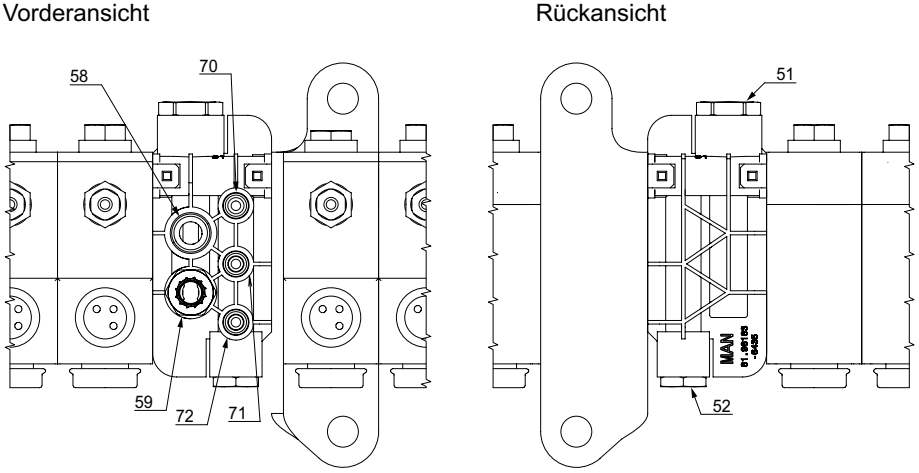
- in den Kreisen für Betriebs- und Feststellbremse sowie Anhängersteuerung
- an den Prüfanschlüssen
- direkt am Vierkreisschutzventil.

MAN schließt eigene Luftverbraucher über eine Verteilerleiste am Magnetventilblock an, dieser ist im Rahmenlängsträger rechts (Radformel 4x2, 6x2-4 und 6x4) bzw. links (Radformel 4x4) montiert.

Für Aufbauhersteller besteht folgende Anschlussmöglichkeit:

In der Mitte des Verteilerblocks ist ein Verteiler für Nebenverbraucher (siehe Bild 105) dessen Anschluss 52 (blind verschlossen) für aufbauseitige Nebenverbraucher ist. Der Anschluss erfolgt mit dem Voss System 232 NG8 über ein vom Aufbauhersteller separat zu montierendes Überströmventil.

Bild 105: Anschluss am Verteiler für Nebenverbraucher ESC-180a



Die andere Möglichkeit ist ein Anschluss an ein für aufbauseitige Nebenverbraucher ab Werk bestellbares Überström- und Rückschlagventil, Überströmdruck $7{,}3°_{-0{,}3}$ bar (MAN Nr. 81.52110.6049).

8.4 Nachrüstung von MAN fremden Dauerbremsen

Der Einbau von MAN nicht dokumentierten Dauerbremsen (Retarder, Wirbelstrombremsen) ist grundsätzlich nicht möglich. Ein Nachrüsten von MAN fremden Dauerbremsen ist nicht erlaubt, weil die hierzu erforderlichen Eingriffe in die elektronisch gesteuerte Bremse (EBS) und das fahrzeugeigene Brems- und Triebstrangmanagement unzulässig sind.

9. Berechnungen

9.1 Geschwindigkeit

Zur Ermittlung der Fahrgeschwindigkeit aufgrund der Motordrehzahl, Reifengröße und Gesamtübersetzung gilt allgemein:

Formel 12: Geschwindigkeit

$$v = \frac{0{,}06 \cdot n_{Mot} \cdot U}{i_G \cdot i_v \cdot i_A}$$

Es bedeuten:

v	=	Fahrgeschwindigkeit in [km/h]
n_{Mot}	=	Motordrehzahl in [1/min]
U	=	Abrollumfang des Reifens in [m]
I_g	=	Getriebeübersetzung
i_V	=	Verteilergetriebeübersetzung
i_A	=	Achsübersetzung der Antriebsachse(n)

Für die Ermittlung der theoretischen Höchstgeschwindigkeit (oder auch bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit) wird mit 4% Motordrehzahlüberhöhung gerechnet. Die Formel lautet somit:

Formel 13: Theoretische Höchstgeschwindigkeit

$$v = \frac{0{,}0624 \cdot n_{Mot} \cdot U}{i_G \cdot i_v \cdot i_A}$$

Achtung: Diese Berechnung dient ausschließlich der Ermittlung der theoretische Endgeschwindigkeit die aufgrund der Drehzahl- und Übersetzungsverhältnisse einstellt - die Formel berücksichtigt nicht, dass die tatsächliche Höchstgeschwindigkeit darunter liegt, wenn die Fahrwiderstände den Antriebskräften entgegenwirken. Eine Abschätzung der tatsächlich erreichbaren Geschwindigkeiten, anhand einer Fahrleistungsberechnung bei der sich Luft-, Roll- und Steigungswiderstand einerseits und Vortriebskraft andererseits aufwiegen, ist im Abschnitt 9.8 ‚Fahrwiderstände' nachzulesen.
Bei Fahrzeugen mit Geschwindigkeitsbegrenzern regelt die Richtlinie 92/24/EWG, dass die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit von 90 km/h nicht überschritten werden kann.

Beispielrechnung:

Fahrzeug:	Typ H56 TGA 33.430 6x6 BB
Bereifungsgröße:	315/80 R 22,5
Abrollumfang:	3,280 m
Getriebe:	ZF 16S 2522 TO
Getriebeübersetzung im langsamsten Gang:	13,80
Getriebeübersetzung im schnellsten Gang:	0,84
minimale Motordrehzahl bei maximalem Motordrehmoment:	1.000/min
maximale Motordrehzahl:	1.900/min
Verteilergetriebeübersetzung G 172 im Straßengang:	1,007
Verteilergetriebeübersetzung G 172 im Geländegang:	1,652
Achsübersetzung:	4,00

Gewünscht wird:

1. Die Minimalgeschwindigkeit im Geländegang bei maximalem Drehmoment
2. Die theoretische Höchstgeschwindigkeit ohne Geschwindigkeitsbegrenzer

Lösung 1:

$$v = \frac{0{,}06 \cdot 1000 \cdot 3{,}280}{13{,}8 \cdot 1{,}652 \cdot 4{,}00}$$

$$v = 2{,}16 \text{ km/h}$$

Lösung 2:

$$v = \frac{0{,}0624 \cdot 1900 \cdot 3{,}280}{0{,}84 \cdot 1{,}007 \cdot 4{,}00}$$

$$v = 115 \text{ km/h}$$

115 km/h sind theoretisch möglich, werden jedoch durch den Geschwindigkeitsbegrenzer auf 90 km/h festgesetzt (Einstellung aufgrund der zu berücksichtigenden Toleranzen auf 89 km/h).

9.2 Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis der abgegebenen Leistung zur zugeführten Leistung.
Dabei ist die abgegebene Leistung immer kleiner als die zugeführte Leistung, deshalb ist der Wirkungsgrad η immer < 1 bzw. < 100%.

Formel 14: Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

Bei mehreren Aggregaten, die hintereinander geschaltet sind, multiplizieren sich die Einzelwirkungsgrade.

Beispielrechnung Einzelwirkungsgrad:

Wirkungsgrad einer Hydraulikpumpe η = 0,7. Benötigte, also abgeführte Leistung P_{ab} = 20 kW.
Wie groß ist die zugeführte Leistung P_{zu}?

Lösung:

$$P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\eta}$$

$$P_{zu} = \frac{20}{0{,}7}$$

$$P_{zu} = 28{,}6 \text{ kW}$$

Beispielrechnung für mehrere Wirkungsgrade:

Wirkungsgrad einer Hydraulikpumpe $\eta_1 = 0,7$. Diese Pumpe treibt über ein Gelenkwellensystem mit zwei Gelenken einen Hydraulikmotor an.

Einzelwirkungsgrade:

Hydraulikpumpe:	η_1	=	0,7
Gelenkwelle Gelenk a:	η_2	=	0,95
Gelenkwelle Gelenk b:	η_3	=	0,95
Hydraulikmotor:	η_4	=	0,8

Benötigte, also abgeführte Leistung $P_{ab} = 20$ kW

Wie groß ist die zugeführte Leistung P_{zu}?

Lösung:

Gesamtwirkungsgrad:

$$\eta_{ges} = \eta_1 \bullet \eta_2 \bullet \eta_3 \bullet \eta_4$$

$$\eta_{ges} = 0,7 \bullet 0,95 \bullet 0,95 \bullet 0,8$$

$$\eta_{ges} = 0,51$$

Zugeführte Leistung:

$$P_{zu} = \frac{20}{0,51}$$

$$P_{zu} = 39,2 \text{ kW}$$

9.3 Zugkraft

Die Zugkraft ist abhängig von:

- Motordrehmoment
- Gesamtübersetzung (einschließlich der Räder)
- Wirkungsgrad der Kraftübertragung.

Formel 15: Zugkraft

$$F_z = \frac{2 \bullet \pi \bullet M_{Mot} \bullet \eta \bullet i_G \bullet i_V \bullet i_A}{U}$$

F_Z	=	Zugkraft in [N]
M_{Mot}	=	Motordrehmoment in [Nm]
η	=	Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang, Anhaltswerte siehe Tabelle 41
i_G	=	Getriebeübersetzung
i_V	=	Verteilergetriebeübersetzung
i_A	=	Achsübersetzung der Antriebsachse(n)
U	=	Abrollumfang des Reifens in [m]

Beispiel für Zugkraft siehe 9.4.3 Berechnung der Steigfähigkeit.

9.4 Steigfähigkeit

9.4.1 Weg bei Steigung oder Gefälle

Die Steigfähigkeit eines Fahrzeugs wird in % angegeben. So bedeutet z. B. die Angabe 25%, dass auf einer waagrechten Länge l = 100 m eine Höhe h = 25 m überwunden wird. Dies gilt entsprechend angewandt auch für Gefälle.
Die tatsächlich gefahrene Wegstrecke c errechnet sich dann mit:

Formel 16: Wegstrecke bei Steigung oder Gefälle

$$c = \sqrt{l^2 + h^2} = l \cdot \sqrt{1 + \left[\frac{p}{100}\right]^2}$$

c	=	Wegstrecke in [m]
l	=	waagrechte Länge einer Steigung/ eines Gefälles in [m]
h	=	senkrechte Höhe einer Steigung/ eines Gefälles in [m]
p	=	Steigung/ Gefälle in [%]

Beispielrechnung:

Steigungsangabe p = 25%. Wie groß ist die gefahrene Wegstrecke auf einer Länge von 200m?

$$c = \sqrt{l^2 + h^2} = 200 \cdot \sqrt{1 + \left[\frac{25}{100}\right]^2}$$

$c = 206$ m

9.4.2 Steigungs- oder Gefällewinkel

Der Steigungs- oder Gefällewinkel α errechnet sich mit:

Formel 17: Steigungs- oder Gefällewinkel

$$\tan \alpha = \frac{p}{100}, \quad \alpha = \arctan \frac{p}{100}, \quad \sin \alpha = \frac{h}{c}, \quad \alpha = \arcsin \frac{h}{c}$$

α	=	Steigungswinkel in [°]
p	=	Steigung/Gefälle in [%]
h	=	senkrechte Höhe einer Steigung/eines Gefälles in [m]
c	=	Wegstrecke in [m]

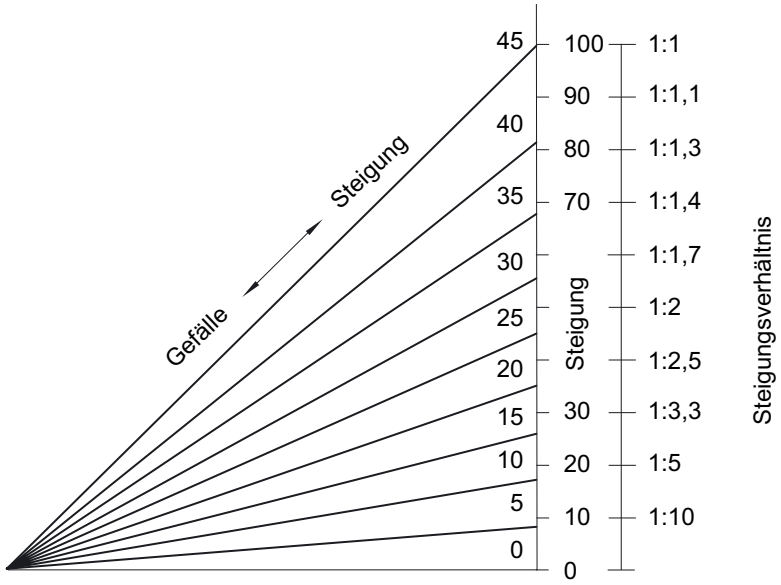
Beispielrechnung:

Steigung 25%. Wie groß ist der Steigungswinkel?

$$\tan \alpha = \frac{p}{100} = \frac{25}{100}$$

$\alpha = \arctan 0{,}25$
$\alpha = 14°$

Bild 106: Steigungsverhältnis, Steigung, Steigungswinkel ESC-171



9.4.3 Berechnung der Steigfähigkeit

Die Steigfähigkeit ist abhängig von:

- Zugkraft (siehe Formel 15)
- Zuggesamtmasse einschließlich Gesamtmasse des Anhängers oder Aufliegers
- Rollwiderstand
- Kraftschluss (Reibung).

Für die Steigfähigkeit gilt:

Formel 18: Steigfähigkeit

$$p = 100 \cdot \left[\frac{F_z}{9{,}81 \cdot G_z} - f_R \right]$$

Es bedeuten:

p	=	Steigfähigkeit [%]
M_{Mot}	=	Motordrehmoment [Nm]
F_z	=	Zugkraft in [N] Berechnung nach Formel 15
G_z	=	Zuggesamtmasse in [kg]
f_R	=	Rollwiderstandsbeiwert siehe Tabelle 40
i_G	=	Getriebeübersetzung
i_A	=	Antriebsachsübersetzung
i_V	=	Verteilergetriebeübersetzung
U	=	Abrollumfang des Reifens [m]
η	=	Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang siehe Tabelle 41

Formel 18 ermittelt die Steigfähigkeit die das zu berechnende Fahrzeug aufgrund seiner Eigenschaften

- Motordrehmoment
- Übersetzung von Getriebe, Verteilergetriebe, Achsantrieb und Bereifung
- Zuggesamtmasse hat.

Dabei wird ausschließlich die Fähigkeit des Fahrzeugs betrachtet aufgrund seiner Eigenschaften eine bestimmte Steigung zu bewältigen. Nicht berücksichtigt wird der tatsächlich vorhandene Kraftschluss zwischen Rädern und Fahrbahn, der bei schlechter (z. B. nasser) Fahrbahn dem Vortrieb weit unter der hier berechneten Steigfähigkeit ein Ende setzen kann. Die Ermittlung der tatsächlichen Verhältnisse aufgrund des vorhandenen Kraftschlusses wird mit Formel 19 diskutiert.

Tabelle 40: Rollwiderstandsbeiwerte

Fahrbahn	Beiwert f_R
gute Asphaltstrasse	0,007
nasse Asphaltstrasse	0,015
gute Betonstrasse	0,008
rauhe Betonstrasse	0,011
Steinpflaster	0,017
schlechte Strasse	0,032
Erdweg	0,15...0,94
loser Sand	0,15...0,30

Tabelle 41: Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang

Anzahl der angetriebenen Achsen	η
eine angetriebene Achse	0,95
zwei angetriebene Achse	0,9
drei angetriebene Achse	0,85
vier angetriebene Achse	0,8

Beispielrechnung:

Fahrzeug:	Typ H56 TGA 33.430 6x6 BB		
maximales Motordrehmoment:	M_{Mot}	=	2.100 Nm
Wirkungsgrad bei drei angetriebene Achsen:	η_{ges}	=	0,85
Getriebeübersetzung im langsamsten Gang:	i_G	=	13,80
Verteilergetriebeübersetzung im Straßengang:	i_V	=	1,007
im Geländegang:	i_V	=	1,652
Antriebsachsübersetzung:	i_A	=	4,00
Bereifung 315/80 R 22.5 mit Abrollumfang:	U	=	3,280 m
Zuggesamtmasse:	G_Z	=	100.000 kg
Rollwiderstandsbeiwert:			
- glatte Asphaltstraße	f_R	=	0,007
- schlechte, aufgefahrene Straße	f_R	=	0,032

Gesucht:

Maximale Steigfähigkeit p_f im Straßen- und Geländegang.

Lösung:

1. maximale Zugkraft (Definition siehe Formel 15) im Straßengang:

$$F_z = \frac{2\pi \cdot M_{Mot} \cdot \eta \cdot i_G \cdot i_V \cdot i_A}{U}$$

$$F_z = \frac{2\pi \cdot 2100 \cdot 0{,}85 \cdot 13{,}8 \cdot 1{,}007 \cdot 4{,}00}{3{,}280}$$

$$F_z = 190070\text{N} = 190{,}07\ \text{kN}$$

2. maximale Zugkraft (Definition siehe Formel 15) im Geländegang:

$$F_z = \frac{2\pi \cdot M_{Mot} \cdot \eta \cdot i_G \cdot i_V \cdot i_A}{U}$$

$$F_z = \frac{2\pi \cdot 2100 \cdot 0{,}85 \cdot 13{,}8 \cdot 1{,}007 \cdot 4{,}00}{3{,}280}$$

$$F_z = 311812\text{N} = 311{,}8\ \text{kN}$$

3. maximale Steigfähigkeit im Straßengang auf guter Asphaltstraße:

$$p = 100 \cdot \left[\frac{F_z}{9{,}81 \cdot G_z} - f_R \right]$$

$$p = 100 \cdot \left[\frac{190070}{9{,}81 \cdot 100000} - 0{,}007 \right]$$

$$p = 18{,}68\%$$

4. maximale Steigfähigkeit im Straßengang auf schlechter, aufgefahrener Straße:

$$p = 100 \cdot \left[\frac{190070}{9{,}81 \cdot 100000} - 0{,}032 \right]$$

$$p = 16{,}18\%$$

5. maximale Steigfähigkeit im Geländegang auf guter Asphaltstraße:

$$p = 100 \cdot \left[\frac{311812}{9{,}81 \cdot 100000} - 0{,}007 \right]$$

$$p = 31{,}09\%$$

6. maximale Steigfähigkeit im Geländegang auf schlechter, aufgefahrener Straße:

$$p = 100 \cdot \left[\frac{311812}{9{,}81 \cdot 100000} - 0{,}032 \right]$$

$$p = 28{,}58\%$$

Anmerkung:

Die genannten Beispiele berücksichtigen nicht, ob die notwendige Zugkraft zur Bewältigung der Steigung aufgrund des Kraftschlusses zwischen Fahrbahn und Antriebsräder (Reibung) übertragen werden kann. Hier gilt nachfolgende Formel:

Formel 19: Steigfähigkeit aufgrund Kraftschluss Fahrbahn-Reifen

$$p_R = 100 \cdot \left[\frac{\mu \cdot G_{an}}{G_z} - f_R \right]$$

Es bedeuten:

p_R	=	Steigfähigkeit aufgrund Reibung in [%]
μ	=	Kraftschlussbeiwert Reifen/ Fahrbahn, bei nasser Asphaltfahrbahn ~ 0,5
f_R	=	Rollwiderstandsbeiwert, bei nasser Asphaltfahrbahn ~ 0,015
G_{an}	=	Summe der Achslasten der Antriebsachsen im Sinne von Massen in [kg]
G_Z	=	Zuggesamtmasse in [kg]

Beispielrechnung:

obiges Fahrzeug:		Typ H56 TGA 33.430 6x6 BB
Kraftschlussbeiwert nasse Asphaltstraße:	μ	= 0,5
Rollwiderstandsbeiwert nasse Asphaltstraße:	f_R	= 0,015
Zuggesamtmasse:	G_Z	= 100.000 kg
Summe der Achslasten aller angetrieben Achsen:	G_{an}	= 26.000 kg

$$p_R = 100 \cdot \left[\frac{0{,}5 \cdot 26000}{100000} - 0{,}015 \right]$$

$$p_R = 11{,}5\%$$

9.5 Drehmoment

Wenn Kraft und Wirkabstand bekannt sind:

Formel 20: Drehmoment mit Kraft und Wirkabstand

$$M = F \cdot l$$

Wenn Leistung und Drehzahl bekannt sind:

Formel 21: Drehmoment mit Leistung und Drehzahl

$$M = \frac{9550 \cdot P}{n \cdot \eta}$$

Wenn in der Hydraulik Fördermenge (Volumenstrom), Druck und Drehzahl bekannt sind:

Formel 22: Drehmoment mit Fördermenge, Druck und Drehzahl

$$M = \frac{15{,}9 \cdot Q \cdot p}{n \cdot \eta}$$

Es bedeuten:

M	=	Drehmoment in [Nm]
F	=	Kraft in [N]
l	=	Wirkabstand der Kraft vom Drehpunkt in [m]
P	=	Leistung in [kW]
n	=	Drehzahl in [1/min]
η	=	Wirkungsgrad
Q	=	Volumenstrom in [l/min]
p	=	Druck in [bar]

Beispielrechnung, wenn Kraft und Wirkabstand bekannt sind:

Eine Seilwinde mit F = 50.000N Zugkraft hat einen Trommeldurchmesser von d = 0,3m.
Welches Drehmoment ist ohne Berücksichtigung des Wirkungsgrades vorhanden?

Lösung:

$M = F \cdot l = F \cdot 0{,}5d$ (der Trommelradius ist der Hebelarm)

$M = 50000\ N \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}3\ m$

$M = 7500\ Nm$

Beispiel, wenn Leistung und Drehzahl bekannt sind:

Ein Nebenabtrieb soll eine Leistung von P = 100 kW bei n = 1500/min übertragen.
Welches Drehmoment muss der Nebenabtrieb ohne Berücksichtigung des Wirkungsgrades übertragen können?

Lösung:

$$M = \frac{9550 \cdot 100}{1500}$$

$$M = 637 \text{ Nm}$$

Beispiel, wenn bei einer Hydraulikpumpe Fördermenge (Volumenstrom), Druck und Drehzahl bekannt sind:

Eine Hydraulikpumpe fördert einen Volumenstrom von Q = 80 l/min bei einem Druck von p = 170 bar und einer Pumpendrehzahl von n = 1000/min. Welches Drehmoment ist ohne Berücksichtigung des Wirkungsgrades erforderlich?

Lösung:

$$M = \frac{15{,}9 \cdot 80 \cdot 170}{1000}$$

$$M = 216 \text{ Nm}$$

Soll der Wirkungsgrad berücksichtigt werden, müssen die errechneten Drehmomente jeweils durch den Gesamtwirkungsgrad dividiert werden (siehe auch Abschnitt 9.2 Wirkungsgrad).

9.6 Leistung

Bei Hubbewegung:

Formel 23: Leistung bei Hubbewegung

$$M = \frac{9{,}81 \cdot m \cdot v}{1000 \cdot \eta}$$

Bei Bewegung in der Ebene:

Formel 24: Leistung bei Bewegung in der Ebene

$$P = \frac{F \cdot v}{1000 \cdot \eta}$$

Bei Umdrehungsbewegung:

Formel 25: Leistung bei Umdrehungsbewegung

$$P = \frac{M \cdot n}{9550 \cdot \eta}$$

In der Hydraulik:

Formel 26: Leistung in der Hydraulik

$$P = \frac{Q \cdot p}{600 \cdot \eta}$$

Es bedeuten:

P	=	Leistung in [kW]
m	=	Masse in [kg]
v	=	Geschwindigkeit in [m/s]
η	=	Wirkungsgrad
F	=	Kraft in [N]
M	=	Drehmoment in [Nm]
n	=	Drehzahl in [1/min]
Q	=	Fördermenge (Volumenstrom) in [l/min]
p	=	Druck in [bar]

1. Beispiel - Hubbewegung:

Ladebordwand-Nutzlast inklusive Eigengewicht	m	=	2. 600 kg
Hubgeschwindigkeit	v	=	0,2 m/s

Wie groß ist die Leistung, wenn der Wirkungsgrad nicht berücksichtigt wird?

Lösung:

$$P = \frac{9{,}81 \cdot 2600 \cdot 0{,}2}{1000}$$

$$P = 5{,}1 \text{ kW}$$

2. Beispiel - Bewegung in der Ebene:

Seilwinde	F	=	100.000N
Seilgeschwindigkeit	v	=	0,15 m/s

Wie groß ist der Leistungsbedarf, wenn der Wirkungsgrad nicht berücksichtigt wird?

$$P = \frac{100000 \cdot 0{,}15}{1000}$$

$$P = 15 \text{ kW}$$

3. Beispiel - Drehbewegung:

Nebenabtriebsdrehzahl	n	=	1.800/min
Zulässiges Drehmoment	M	=	600 Nm

Welche Leistung ist möglich, wenn der Wirkungsgrad nicht berücksichtigt wird?

Lösung:

$$P = \frac{600 \cdot 1800}{9550}$$

$$P = 113 \text{ kW}$$

4. Beispiel - Hydraulik:

Volumenstrom der Pumpe	Q	=	60 l/min
Druck	p	=	170 bar

Wie groß ist die Leistung, wenn der Wirkungsgrad nicht berücksichtigt wird?

Lösung:

$$P = \frac{60 \cdot 170}{600}$$

$$P = 17 \text{ kW}$$

9.7 Nebenabtriebsdrehzahlen am Verteilergetriebe

Läuft der Nebenabtrieb am Verteilergetriebe im wegabhängigen Einsatz, wird seine Drehzahl n_N in Umdrehungen je Meter zurückgelegten Weg angegeben. Sie errechnet sich zu:

Formel 27: Drehzahl je Meter, Nebenabtrieb am Verteilergetriebe

$$n_N = \frac{i_A \cdot i_V}{U}$$

Die Wegstrecke s in zurückgelegte Meter je Umdrehung des Nebenabtriebs (Reziprokwert von n_N) errechnet sich mit:

Formel 28: Weg je Umdrehung, Nebenabtrieb am Verteilergetriebe

$$s = \frac{U}{i_A \cdot i_V}$$

Es bedeuten:

n_N	=	Nebenabtriebsdrehzahl in [1/m]
i_A	=	Antriebsachsübersetzung
i_V	=	Verteilergetriebeübersetzung
U	=	Reifenumfang in [m]
S	=	gefahrene Wegstrecke in [m]

Beispiel:

Fahrzeug:	Typ H80 TGA 18.480 4x4 BL		
Bereifung 315/80 R 22.5 mit Abrollumfang:	U	=	3,280 m
Antriebsachsübersetzung:	i_A	=	5,33
Verteilergetriebe G 172 Übersetzung im Straßengang:	i_v	=	1,007
Übersetzung im Geländegang:	i_v	=	1,652

Nebenabtriebsdrehzahl im Straßengang:

$$n_N = \frac{5{,}33 \cdot 1{,}007}{3{,}280}$$

$$n_N = 1{,}636/m$$

Dem entspricht ein Weg von:

$$s = \frac{3{,}280}{5{,}33 \cdot 1{,}007}$$

$$s = 0{,}611\ m$$

Nebenabtriebsdrehzahl im Geländegang:

$$n_N = \frac{5{,}33 \cdot 1{,}652}{3{,}280}$$

$$n_N = 2{,}684/m$$

Dem entspricht ein Weg von:

$$s = \frac{3{,}280}{5{,}33 \cdot 1{,}652}$$

$$s = 0{,}372\ m$$

9.8 Fahrwiderstände

Die wichtigsten Fahrwiderstände sind:

- Rollwiderstand
- Steigungswiderstand
- Luftwiderstand.

Ein Fahrzeug kann nur dann fahren, wenn die Summe aller Widerstände überwunden wird. Widerstände sind Kräfte, die sich mit der Antriebskraft die Waage halten (gleichförmige Bewegung) oder kleiner sind als die Antriebskraft (beschleunigte Bewegung).

Formel 29: Rollwiderstandskraft

$$F_R = 9{,}81 \cdot f_R \cdot G_z \cdot \cos\alpha$$

Formel 30: Steigungswiderstandskraft

$$F_S = 9{,}81 \cdot G_z \cdot \sin\alpha$$

Steigungswinkel (= Formel 17 siehe Abschnitt 9.4.2 Steigungs- oder Gefällewinkel)

$$\tan \alpha = \frac{p}{100}, \quad \alpha = \arctan \frac{p}{100}$$

Formel 31: Luftwiderstandskraft

$$F_L = 0{,}6 \cdot c_W \cdot A \cdot v^2$$

Es bedeuten:

F_R	=	Rollwiderstandskraft in [N]
f_R	=	Rollwiderstandsbeiwert, siehe Tabelle 40
G_Z	=	Zuggesamtmasse in [kg]
α	=	Steigungswinkel in [°]
F_S	=	Steigungswiderstandskraft in [N]
p	=	Steigung in [%]
F_L	=	Luftwiderstandskraft in [N]
c_W	=	Luftwiderstandsbeiwert
A	=	Fahrzeugstirnfläche in [m²]
v	=	Geschwindigkeit in [m/s]

Beispiel:

Sattelkraftfahrzeug:	G_Z	=	40.000 kg
Geschwindigkeit:	v	=	80 km/h
Steigung:	p_f	=	3%
Fahrzeug-Stirnfläche:	A	=	7 m²
Rollwiderstandsbeiwert für gute Asphaltstraße:	f_R	=	0,007

Es soll der Unterschied festgestellt werden:

- mit Spoiler, $c_{W1} = 0{,}6$
- ohne Spoiler, $c_{W2} = 1{,}0$

Lösung:

Nebenrechnung 1:

Umrechnung der Fahrgeschwindigkeit von km/h in m/s:

$$v = \frac{80}{3{,}6} = 22{,}22 \text{ m/s}$$

Nebenrechnung 2:

Umrechnung der Steigfähigkeit von % in Grad:

$$\alpha = \arctan \frac{3}{100} = \arctan 0{,}03$$

$$\alpha = 1{,}72°$$

1. Berechnung des Rollwiderstandes:

$$F_R = 9{,}81 \cdot 0{,}007 \cdot 40000 \cdot \cos 1{,}72°$$

$$F_R = 2746\ N$$

2. Berechnung des Steigungswiderstandes:

$$F_S = 9{,}81 \cdot 40000 \cdot \sin 1{,}72°$$

$$F_S = 11778\ N$$

3. Berechnung des Luftwiderstandes F_{L1} mit Spoiler:

$$F_{L1} = 0{,}6 \cdot 0{,}6 \cdot 7 \cdot 22{,}22^2$$

$$F_{L1} = 1244\ N$$

4. Berechnung des Luftwiderstandes F_{L2} ohne Spoiler:

$$F_{L2} = 0{,}6 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 22{,}22^2$$

$$F_{L2} = 2074\ N$$

5. Gesamtwiderstand F_{ges1} mit Spoiler:

$$F_{ges1} = F_R + F_s + F_{L1}$$

$$F_{ges1} = 2746 + 11778 + 1244$$

$$F_{ges1} = 15768\ N$$

6. Gesamtwiderstand F_{ges2} ohne Spoiler:

$$F_{ges2} = F_R + F_s + F_{L2}$$

$$F_{ges2} = 2746 + 11778 + 2074$$

$$F_{ges2} = 16598\ N$$

7. Leistungsbedarf P_1 mit Spoiler ohne Wirkungsgrad:

(Leistung nach Formel 24: Leistung bei Bewegung in der Ebene)

$$P_1' = \frac{F_{ges1} \cdot v}{1000}$$

$$P_1' = \frac{15768 \cdot 22{,}22}{1000}$$

$$P_1' = 350\ kW\ (476\ PS)$$

8. Leistungsbedarf P_2 ohne Spoiler ohne Wirkungsgrad:

$$P_2' = \frac{F_{ges2} \bullet v}{1000}$$

$$P_2' = \frac{16598 \bullet 22{,}22}{1000}$$

$$P_2' = 369\text{kW (502PS)}$$

9. Leistungsbedarf P_1 mit Spoiler mit Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang $\eta = 0{,}95$:

$$P_1 = \frac{P_1'}{\eta} = \frac{350}{0{,}95}$$

$$P_1 = 368\text{ kW (501 PS)}$$

10. Leistungsbedarf P_2 ohne Spoiler mit Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang $\eta = 0{,}95$:

$$P_2 = \frac{P_2'}{\eta} = \frac{369}{0{,}95}$$

$$P_2 = 388\text{ kW (528 PS)}$$

9.9 Spurkreis

Bei der Kreisfahrt eines Fahrzeugs beschreibt jedes Rad einen Spurkreis. Von Interesse ist hauptsächlich der äußere Spurkreis, bzw. dessen Halbmesser. Die Berechnung ist nicht genau, weil beim Kurvenlauf eines Fahrzeugs die auf den Mitten aller Räder errichteten Senkrechten sich nicht im Kurvenmittelpunkt schneiden (=Ackermann-Bedingung). Außerdem treten während der Fahrt dynamische Kräfte auf, die die Kurvenfahrt beeinflussen. Trotzdem sind folgende Formeln für Abschätzungen brauchbar:

Formel 32: Abstand der Spreizachsen

$$j = s - 2r_o$$

Formel 33: Sollwert des äußeren Lenkeinschlagwinkels

$$\cot ß_{ao} = \cot ß_i + \frac{j}{l_{kt}}$$

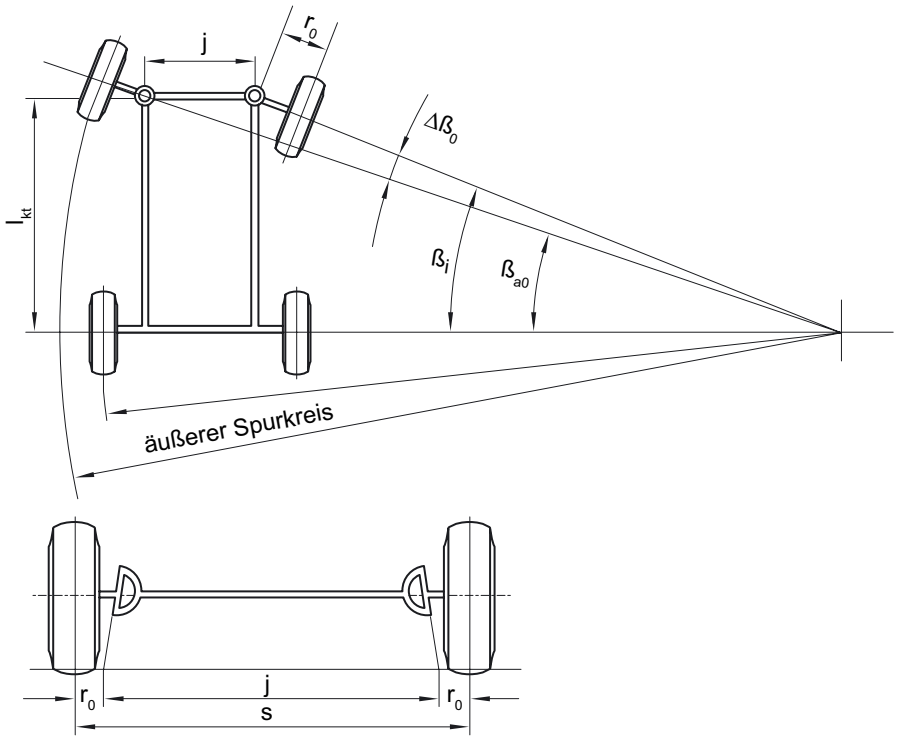
Formel 34: Lenkabweichung

$$ß_F = ß_a - ß_{ao}$$

Formel 35: Spurkreishalbmesser

$$r_s = \frac{l_{kt}}{\sin ß_{ao}} + r_o - 50 \bullet ß_F$$

Bild 107: Kinematische Zusammenhänge zur Spurkreisermittlung ESC-172



Beispiel:

Fahrzeug:	Typ H06 18.350 4x2 BL
Radstand:	l_{kt} = 3.900 mm
Vorderachse:	Typ VOK-09
Bereifung:	315/80 R 22.5
Felge:	22.5 x 9.00
Spurweite:	s = 2.048 mm
Lenkrollhalbmesser:	r_0 = 49 mm
Lenkeinschlagwinkel innen:	$ß_i$ = 49,0°
Lenkeinschlagwinkel außen:	$ß_a$ = 32°45‘ = 32,75°

1. Abstand der Spreizachsen

$$j = s - 2 \cdot r_o = 2.048 - 2 \cdot 49$$
$$j = 1.950$$

2. Sollwert äußerer Lenkeinschlagwinkel

$$\cot ß_{ao} = \cot ß_i + \frac{j}{l_{kt}} = 0{,}8693 + \frac{1950}{3900}$$

$$\cot ß_{ao} = 1{,}369$$

$$ß_{ao} = 36{,}14°$$

3. Lenkabweichung

$$ß_F = ß_a - ß_{ao} = 32,75° - 36,14° = -3,39°$$

4. Spurkreishalbmesser

$$r_s = \frac{3.900}{\sin 36,14°} + 49 - 50 \bullet (-3,39°)$$

$$r_s = 6.831 \text{ mm}$$

9.10 Achslastberechnung

9.10.1 Durchführen einer Achslastberechnung

Für die Fahrzeugoptimierung und richtige Aufbauauslegung ist die Erstellung einer Achslastberechnung unerlässlich.
Die Abstimmung des Aufbaus mit dem Lkw ist nur dann möglich, wenn vor Beginn aller Aufbauarbeiten das Fahrzeug verwogen wird.
Die durch Wiegen ermittelten Gewichte sind in die Achslastberechnung aufzunehmen.

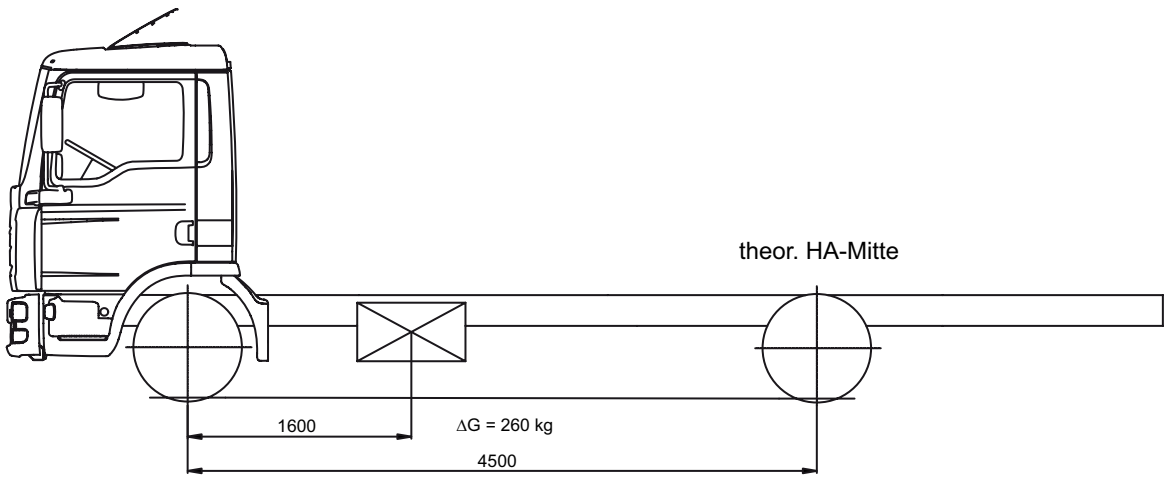
Im Folgenden wird eine Achslastberechnung erklärt. Zur Verteilung der Aggregatgewichte auf Vorder- und Hinterachse dient der Momentensatz. Alle Abstandsmaße sind auf die theoretische Vorderachsmitte zu beziehen. Gewicht wird in den nachfolgenden Formeln aus Gründen der Verständlichkeit nicht im Sinn von Gewichtskraft in [N] sondern im Sinn von Massen in [kg] verwendet.

Beispiel:

Anstelle eines 140-l-Tanks erfolgt die Montage eines 400-l-Tanks, gesucht ist die Gewichtsverteilung auf Vorder- und Hinterachse.

Differenzgewicht:	ΔG	=	400 - 140 = 260 kg
Abstand von theoretischer Vorderachsmitte		=	1.600 mm
theoretischer Radstand	l_t	=	4.500 mm

Bild 108: Achslastberechnung: Tankanordnung ESC-550



Lösung:

Formel 36: Differenzgewicht Hinterachse:

$$\Delta G_H = \frac{\Delta G \cdot a}{l_t}$$

$$= \frac{260 \cdot 1600}{4500}$$

$$\Delta G_H = 92 \text{ kg}$$

Formel 37: Differenzgewicht Vorderachse:

$$\Delta G_V = \Delta G \cdot \Delta G_H$$

$$= 260 - 92$$

$$\Delta G_V = 168 \text{ kg}$$

Das Auf- oder Abrunden auf volle kg genügt in der Praxis vollkommen. Auf das mathematisch korrekte Vorzeichen ist zu achten. Daher gilt folgende Vereinbarung:

- Maße:
  - alle Abstandsmaße die VOR der theoretischen Vorderachsmitte liegen erhalten ein MINUS-Vorzeichen (-)
  - alle Abstandsmaße die HINTER der theoretischen Vorderachsmitte liegen erhalten ein PLUS-Vorzeichen (+)
- Gewichte
  - alle Gewichte die das Fahrzeug BELASTEN erhalten ein PLUS-Vorzeichen (+)
  - alle Gewichte von Aggregaten die das Fahrzeug ENTLASTEN erhalten ein MINUS-Vorzeichen (-).

Beispiel - Schneepflugplatte:

Gewicht:	ΔG	=	120 kg
Abstand von Mitte erster Achse:	a	=	-1.600 mm
theoretischer Radstand:	l_t	=	4.500 mm

Gesucht ist die Gewichtsverteilung auf Vorder- und Hinterachse.

Hinterachse:

$$\Delta G_H = \frac{\Delta G \cdot a}{l_t} = \frac{120 \cdot (-1600)}{4500}$$

ΔG_H = -43 kg, die Hinterachse wird entlastet.

Vorderachse:

$$\Delta G_V = \Delta G - \Delta G_H = 120 - (-43)$$

ΔG_V = 163 kg, die Vorderachse wird belastet.

In folgender Tabelle ist als Beispiel eine vollständig durchgeführte Achslastberechnung dargestellt. Im Beispiel werden in einer Achslastberechnung zwei Varianten gegenüber gestellt (Variante 1 mit eingeklapptem Ladekranarm, Variante 2 mit gestrecktem Ladekranarm, siehe Tabelle 42)

Tabelle 42: Beispiel Achslastberechnung

ACHSLASTBERECHNUNG
MAN - Truck & Bus AG, Postf. 500620, 80976 München

Abt.	: ESC	Fzg., MAN	:	TGL 8.210 4x2 BB			2006-12-20
Sachb.	:	Radstand	:	3600	Ber. - Nr.	:	N03-.....
Kurzz.	:	R - tech.	:	3600	KSW - Nr..	:	
Tel.	:	Überh.	:	1275 = Serie	AE - Nr..	:	
		Überh.	:	= Sonder	Fg. - Nr.	:	
		Überh.tech.	:	1275	File-N.	:	
VN	:	Fg.-Znr.	:	81.99126.0186	ESC Nr.	:	
Kunde	:	Aufbau	:	**3.800mm 3-Seiten-Kipper und Ladekran h. Fhs.**			
Ort	:			**Krangesamtmoment 67 kNm**			

Benennung	Abst.v.t.	Gewichtsverteilung auf			Abst.v.t.	Gewichtsverteilung auf		
	VA-Mitte	VA	HA	Gesamt	VA-Mitte	VA	HA	Gesamt
Fahrgestell mit Fahrer, Werkzeug u. Reserverad		2.610	875	3.485		2.610	875	3.485
Anhängerkupplung	4.875	-12	47	35	4.875	-12	47	35
Auspuffrohr hochgezogen, links	480	30	5	35	480	30	5	35
Komfortsitz f. Fahrer	-300	16	-1	15	-300	16	-1	15
Kraftstofftank Stahl, 150 ltr. (Serie 100 ltr.)	2.200	27	43	70	2.200	27	43	70
KuKoKu m. Anbau	4.925	-4	14	10	4.925	-4	14	10
Kunststoffkotflügel HA	3.600	0	25	26	3.600	0	25	25
Luftkessel Anhängerbetrieb (Kipper)	2.905	4	16	20	2.905	4	16	20
Nebenabtrieb u. Pumpe	1.500	11	4	15	1.500	11	4	15
Reifen HA 225/75 R 17,5	3.600	0	10	10	3.600	0	10	10
Reifen VA 225/75 R 17,5	0	5	0	5	0	5	0	5
Schlussquertr. f. AHK	4.875	-11	41	30	4.875	-11	41	30
Sitzbank	-300	22	-2	20	-300	22	-2	20
Stabilisator HA	3.900	-3	33	30	3.900	-3	33	30
Sonstiges	1.280	29	16	45	1.280	29	16	45
Öltank	1.559	60	45	105	1.559	60	45	105
Ladekran, Arm eingeklappt **	1.020	631	249	880	0	0	0	0
Verstärkung im Kranbereich	1.100	31	14	45	1.100	31	14	45
Hilfsrahmen u. Kippbrücke	3.250	90	840	930	3.250	90	840	930
Ladekran, Arm gestreckt * **					**0**	**0**	**0**	**0**
					1.770	**447**	**433**	**880**
					0	0	0	0
					0	0	0	0

Fahrgestell - Leergewicht		3.540	2.275	5.815		3.357	2.458	5.815
Zulässige Lasten		3.700	5.600	7.490		3.700	5.600	7.490
Differenz Leergewicht zu zul. Lasten		160	3.325	1.675		343	3.142	1.675
Schwerp. für Nutz- VA ausgel. X1 =	344	160	1.515	1.675	738	343	1.332	1.675
Last u. Aufbau bez. HA ausgel. X2 =	-3.547	-1.650	3.325	1.675	-3153	-1467	3.142	1.675
auf techn. HA-Mitte ausgeführt X3 =	250	116	1.559	1.675	250	116	1.559	1.675
Achsüberlastung		-44	-1.766			-227	-1.583	
Nutzlastverlust durch Achsüberlastung				0				0
Bei gleichmäßiger Beladung verbleibt		116	1.559	1.675		116	1.559	1.675
Nutzlast	0	0	0	0	0	0	0	0
Fahrzeug beladen		3.656	3.834	7.490		3.473	4.017	7.490
Achs- bzw. Fahrzeugauslastung		98,8%	68,5%	100,0%		93,9%	71,7%	100,0%
Achslastverteilung		48,8%	51,2%	100,0%		46,4%	53,6%	100,0%
Fahrzeug leer		3540	2275	5815		3357	2458	5815
Achs- bzw. Fahrzeugauslastung		95,7%	40,6%	77,6%		90,7%	43,9%	77,6%
Achslastverteilung		60,9%	39,1%	100,0%		57,7%	42,3%	100,0%
Fahrzeugüberhang 47,2 %								
***** Kranarmablage erfolgt nach hinten (VA-Entlastung !!)**								
Fertigungstoleranzen beachten! Angaben ohne Gewähr.								

9.10.2 Gewichtsberechnung Nachlaufachse angehoben

Die in MANTED® (www.manted.de) und anderen technischen Unterlagen angegebenen Gewichte von Nachlaufachsfahrzeugen sind bei abgesenkter Nachlaufachse ermittelt worden. Die Verteilung der Achslasten auf Vorder- und Antriebsachse nach Anheben der Nachlaufachse ist durch Rechnen leicht zu ermitteln.

Gewicht auf der 2. Achse (Antriebsachse) bei angehobener 3. Achse (Nachlaufachse):

Formel 38: Gewicht auf 2. Achse, 3. Achse angehoben

$$G_{2an} = \frac{G_{23} \cdot l_t}{l_{12}}$$

Es bedeuten:

G_{2an}	=	Leergewicht an der 2. Achse bei angehobener 3. Achse in [kg]
G_{23}	=	Leergewicht der 2. und 3. Achse in [kg]
l_{12}	=	Radstand 1. zu 2. Achse in [mm]
l_t	=	theoretischer Radstand in [mm]

Gewicht auf der Vorderachse bei angehobener 3. Achse (Nachlaufachse):

Formel 39: Gewicht auf 1. Achse, 3. Achse angehoben

$$G_{1an} = G - G_{2an}$$

Es bedeuten:

G_{1an} = Leergewicht an der 1. Achse bei angehobener Nachlaufachse in [kg]
G = Leergewicht des Fahrzeugs in [kg]

Beispiel:

Fahrzeug:	Typ H21 TGA 26.400 6x2-2 LL
Radstand:	4.800 + 1.350
Rahmenüberhang:	2.600
Fahrerhaus:	XXL

Leergewicht bei abgesenkter Nachlaufachse:

Vorderachse G_{1ab} = 5.100 kg

Antriebs- mit Nachlaufachse G_{23} = 3.505 kg

Leergewicht G = 8.605 kg

Zulässige Achslasten: 7.500 kg / 11.500 kg / 7.500 kg

Lösung:

1. Ermittlung des theoretischen Radstandes (siehe Kapitel ‚Allgemeines'):

$$l_t = l_{12} + \frac{G_3 \cdot l_{23}}{G_2 + G_3}$$

$$l_t = 4.800 + \frac{7.500 \cdot 1.350}{11.500 + 7.500}$$

l_t = 5.333 mm

2. Ermittlung des Leergewichtes der 2. Achse (= Antriebsachse) bei angehobener 3. Achse (= Nachlaufachse):

$$G_{2an} = \frac{G_{23} \cdot l_t}{l_{12}} = \frac{3.505 \cdot 5.333}{4.800}$$

G_{2an} = 3.894,2 kg

3. Ermittlung des Leergewichtes der 1. Achse (= Vorderachse) bei angehobener 3. Achse (= Nachlaufachse):

$G_{1an} = G - G_{2an}$

G_{1an} = 8.605 - 3.894,2

G_{1an} = 4.710,8 kg

9.11 Auflagerlänge bei Aufbau ohne Hilfsrahmen

Die Berechnung der erforderlichen Auflagerlänge berücksichtigt im folgenden Beispiel nicht alle Einflüsse. Sie zeigt jedoch eine Möglichkeit auf und gibt gute Anhaltswerte für die Praxis.

Die Länge eines Auflagers wird berechnet mit:

Formel 40: Formel Auflagerlänge ohne Hilfsrahmen

$$l = \frac{0{,}175 \cdot F \cdot E\,(r_R + r_A)}{\sigma_{0,2} \cdot r_R \cdot r_A}$$

Bestehen Rahmen und Auflager aus unterschiedlichen Werkstoffen, dann ist:

Formel 41: E-Modul bei verschiedenen Werkstoffen

$$E = \frac{2E_R \cdot E_A}{E_R + E_A}$$

Es bedeuten:

l	=	Auflagerlänge je Auflager in [mm]
F	=	Kraft je Auflager in [N]
E	=	Elastizitätsmodul in [N/mm²]
r_R	=	Außenradius Rahmenlängsträgerprofil in [mm]
r_A	=	Außenradius Auflagerprofil in [mm]
$\sigma_{0,2}$	=	Streckgrenze des minderwertigeren Werkstoffs in [N/mm²]
E_R	=	Elastizitätsmodul Rahmenlängsträgerprofil in [N/mm²]
E_A	=	Elastizitätsmodul Auflagerprofil in [N/mm²]

Beispiel:

Fahrgestell für Wechselaufbau Typ H21 TGA 26.400 6x2-2 LL, Radstand 4.500 + 1.350, Großraumfahrerhaus, zul. Gesamtgewicht 26.000 kg, Fahrgestell-Leergewicht 8.915 kg.

Lösung:

Für Nutzlast und Aufbau bleiben ca.	26.000 kg – 8.915 kg = 17.085 kg
Je Auflager bei 6 Lagerstellen am Fahrgestell	17.085: 6 = 2.847 kg
Kraft	F = 2.847 kg • 9,81 kg • m/s² = 27.933 N
Außenradius Rahmenprofil	r_R = 18 mm
Außenradius Auflagerprofil	r_H = 16 mm
Elastizitätsmodul für Stahl	E = 210.000 N/mm²
Streckgrenze für beide Werkstoffe	$\sigma_{0,2}$ = 420 N/mm²

Eingesetzt in Formel 40 kann die minimale Länge je Auflager überschlägig bestimmt werden:

$$l = \frac{0{,}175 \cdot 27.933 \cdot 210.000 \cdot (18+16)}{430^2 \cdot 18 \cdot 16}$$

l = 655 mm

9.12 Verbindungseinrichtungen

9.12.1 Anhängekupplung

Die erforderliche Größe der Anhängekupplung wird durch den D-Wert bestimmt.

Die D-Wert-Formel lautet:

Formel 42: D-Wert

$$D = \frac{9{,}81 \cdot T \cdot R}{T + R}$$

D = D-Wert in [kN]
T = zulässiges Gesamtgewicht des ziehenden Fahrzeugs in [t]
R = zulässiges Gesamtgewicht des Anhängers in [t]

Beispiel:

Fahrzeug TGA H05 18.460 4x2 BL

Zulässiges Gesamtgewicht 18.000 kg = T = 18 t

Anhängelast 26.000kg = R = 26 t

D-Wert:

$$D = \frac{9{,}81 \cdot 18 \cdot 26}{18 + 26}$$

$$D = 104 \text{ kN}$$

Bei vorgegebenem zulässigen Gesamtgewicht des Anhängers R und D-Wert der Verbindungseinrichtung lässt sich das zulässige Gesamtgewicht des Zugfahrzeugs T nach folgender Formel ermitteln:

$$T = \frac{R \cdot D}{(9{,}81 \cdot R) - D}$$

Bei vorgegebenem zulässigen Gesamtgewicht des Zugfahrzeugs T und D-Wert der Verbindungseinrichtung lässt sich die maximal zulässige Anhängelast R nach folgender Formel ermitteln:

$$R = \frac{T \cdot D}{(9{,}81 \cdot T) - D}$$

9.12.2 Strarrdeichselanhänger/ Zentralachsanhänger

Zusätzlich zur D-Wert-Formel gelten für Starrdeichselanhänger/ Zentralachsanhänger weitere Bedingungen:
Anhängekupplungen und Schlussquerträger haben verringerte Anhängelasten, da in diesem Fall zusätzlich die auf Anhängekupplung und den Schlussquerträger wirkende Stützlast zu berücksichtigen ist.

Zur Angleichung der Rechtsvorschriften innerhalb der europäischen Union wurden mit der Richtlinie 94/20/EG deshalb die Begriffe D_c-Wert und V-Wert eingeführt:

Es gelten folgende Formeln:

Formel 43: D_C-Wert-Formel für Starrdeichsel- und Zentralachsanhänger

$$D_C = \frac{9{,}81 \cdot T \cdot C}{T + C}$$

Formel 44: V-Wert-Formel für Zentralachs- und Starrdeichselanhänger mit einer zulässigen Stützlast von ≤ 10% der Anhängemasse und nicht mehr als 1.000 kg

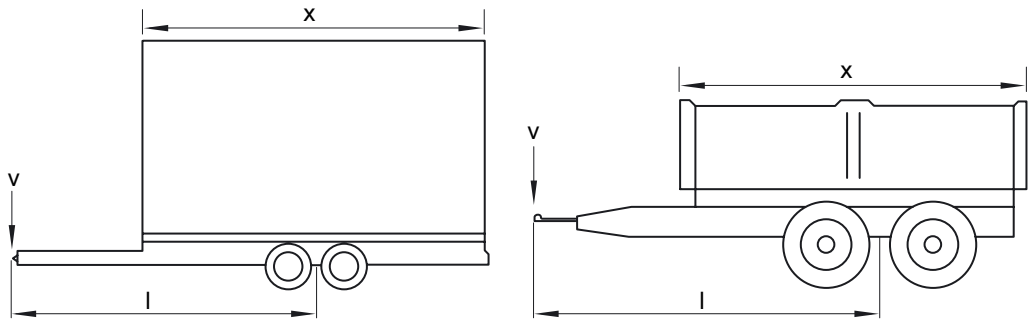
$$V = a \cdot \frac{X^2}{l_2} \cdot C$$

Bei rechnerisch ermittelten Werten $x^2/l^2 < 1$ ist 1,0 einzusetzen

Es bedeuten:

D_C	=	reduzierter D-Wert beim Betrieb mit Zentralachsanhänger in [kN]
T	=	zulässiges Gesamtgewicht des Zugfahrzeugs in [t]
C	=	Summe der Achslasten des mit der zulässigen Masse beladenen Zentralachsanhängers in [t] ohne Stützlast S
V	=	V-Wert in [kN]
a	=	Vergleichsbeschleunigung im Kuppelpunkt in [m/s²]. Es sind zu verwenden: 1,8 m/s² bei Luftfederung oder vergleichbarer Federung am Zugfahrzeug bzw. 2,4 m/s² bei allen anderen Federungen
x	=	Aufbaulänge Anhänger siehe Bild 109
l	=	theoretische Zugdeichsellänge siehe Bild 109
S	=	Stützlast der Zugdeichsel am Kuppelpunkt in [kg]

Bild 109: Aufbaulänge Anhänger und theoretische Zugdeichsellänge (siehe auch Kapitel 4.16 ‚Verbindungseinrichtungen') ESC-510



Beispiel:

Fahrzeug:	Typ N13 TGL 8.210 4x2 BL
Zulässiges Gesamtgewicht Anhänger:	7.490 kg = T = 7,49 t
Summe der Achslasten Anhänger:	11.000 kg = C = 11 t
Stützlast:	S = 700 kg
Aufbaulänge:	x = 6,2 m
theoretische Zugdeichsellänge:	l = 5,2 m

Fragestellung: Können beide Fahrzeuge einen Zug bilden, wenn am Lkw der Schlussquerträger verstärkt mit der Anhängekupplung Ringfeder 864 montiert ist?

Lösung:

D_C-Wert:

$$D_C = \frac{9{,}81 \cdot T \cdot C}{T + C} = \frac{9{,}81 \cdot 7{,}49 \cdot 11}{7{,}49 + 11}$$

$$D_C = 43{,}7 \text{ kN}$$

D_C-Wert Schlussquerträger: = 64 kN (siehe Kapitel ‚Verbindungseinrichtungen_TG', Tabelle 2)

$$\frac{x^2}{l^2} = \frac{6{,}2^2}{5{,}2^2} = 1{,}42$$

$$V = a \frac{x^2}{l^2} \cdot C = 1{,}8 \cdot 1{,}42 \cdot 11 \text{ (1,8 bei Luftfederung an der Hinterachse des Lkw)}$$

$$V = 28{,}12 \text{ kN}$$

V-Wert-Schlussquerträger = 35 kN (siehe Kapitel 4.16 ‚Verbindungseinrichtungen_TG', Tabelle 2)

Beide Fahrzeuge können einen Zug bilden, es ist aber die Einhaltung der Mindestvorderachslast von 30% des jeweiligen Fahrzeuggewichts (einschließlich Stützlast) nach Allgemeine technische Grundlagen in der Aufbaurichtlinie TGL/TGM vorgeschrieben.

Ein unbeladener Lkw darf nur einen unbeladenen Zentralachsanhänger ziehen.

9.12.3 Sattelkupplung

Die erforderliche Größe der Sattelkupplung wird durch den D-Wert bestimmt. Die D-Wert-Formel für Sattelkupplungen lautet:

Formel 45: D-Wert Sattelkupplung

$$D = \frac{0{,}6 \cdot 9{,}81 \cdot T \cdot R}{T + R - U}$$

Bei gegebenem D-Wert und gesuchtem zulässigen Gesamtgewicht des Aufliegers gilt:

Formel 46: Zulässiges Gesamtgewicht des Aufliegers

$$R = \frac{D \cdot (T - U)}{(0{,}6 \cdot 9.81 \cdot T) - D}$$

Liegt das zulässige Gesamtgewicht des Aufliegers und der D-Wert der Sattelkupplung fest, so lässt sich das zulässige Gesamtgewicht der Sattelzugmaschine mit folgender Formel errechnen:

Formel 47: Zulässiges Gesamtgewicht Sattelzugmaschine

$$T = \frac{D \cdot (R - U)}{(0{,}6 \cdot 9.81 \cdot R) - D}$$

Wenn die Sattellast gesucht ist, alle anderen Lasten aber bekannt sind, ergibt sich die Formel zu:

Formel 48: Formel Sattellast

$$U = T + R - \frac{0{,}6 \cdot 9{,}81 \cdot T \cdot R}{D}$$

Es bedeuten:

D	=	D-Wert in [kN]
R	=	zulässiges Gesamtgewicht des Sattelanhängers in [t] einschließlich der Sattellast
T	=	zulässiges Gesamtgewicht der Sattelzugmaschine in [t] einschließlich der Sattellast
U	=	Sattellast in [t]

Beispiel:

Sattelzugmaschine:	TGX 18.400 4x2 LL
Sattellast laut Anhängertypschild:	U = 10.750 kg = 10,75 t
zulässiges Gesamtgewicht der Sattelzugmaschine:	18.000 kg = T = 18 t
zulässiges Gesamtgewicht des Sattelanhängers:	32.000 kg = T = 32 t

D-Wert:

$$D = \frac{0{,}6 \cdot 9{,}81 \cdot 18 \cdot 32}{18 + 32 - 10{,}75}$$

$$D = 86{,}38 \text{ kN}$$